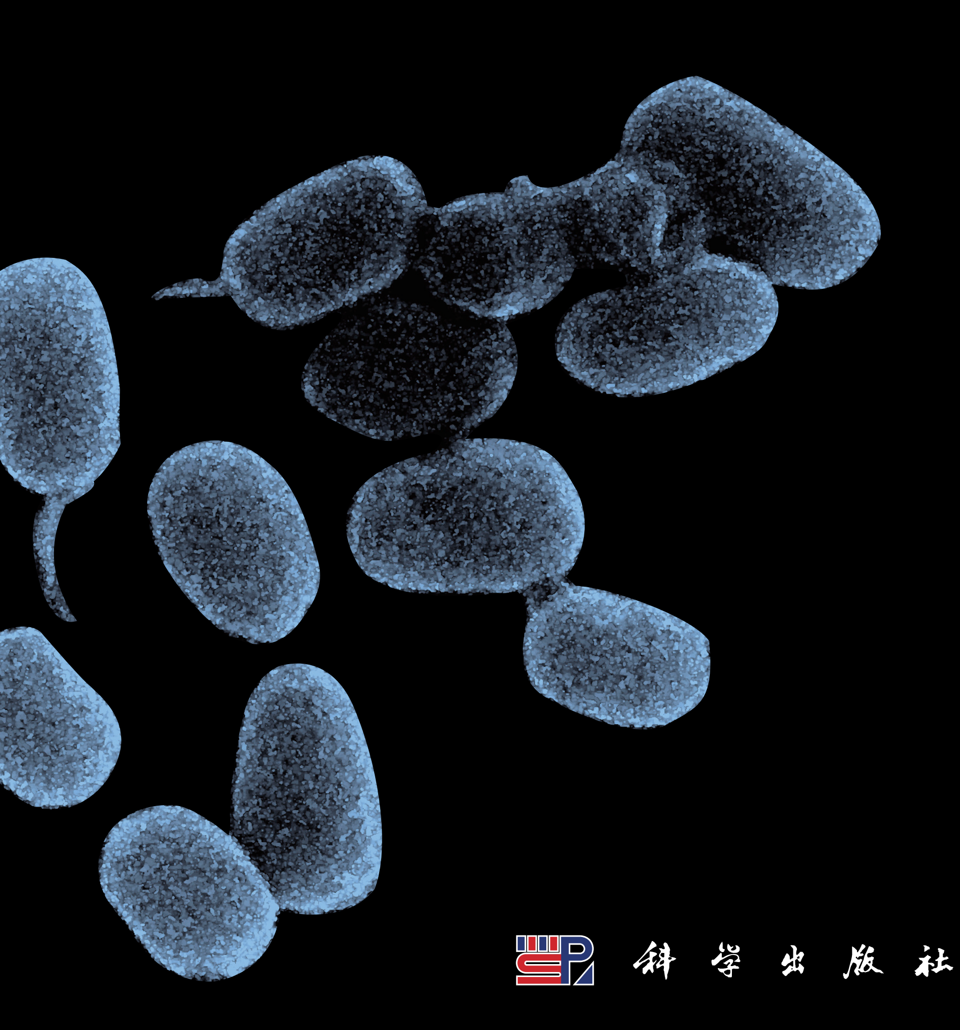
芽胞杆菌 BACILLUS 第二卷

芽胞杆菌分类学

Taxonomy of Bacillus

刘　波　陶天申　王阶平
刘国红　肖荣凤　陈梅春　等　著



科学出版社

芽胞杆菌

第二卷　芽胞杆菌分类学

刘　波　陶天申　王阶平
刘国红　肖荣凤　陈梅春　等　著

科学出版社
北　京

内 容 简 介

《芽胞杆菌》系列丛书是基于科学研究的专业学术著作。本书是《芽胞杆菌》丛书的第二卷《芽胞杆菌分类学》，全书共分 6 章。第一章阐述了微生物分类学和芽胞杆菌分类学的起源，芽胞杆菌的特征描述等。第二章阐述了芽胞杆菌分类学文献，芽胞杆菌种类命名，芽胞杆菌资源描述规范，芽胞杆菌分类学方法，芽胞杆菌新种发现与发表。第三章阐述了芽胞杆菌分类系统建立，芽胞杆菌分类系统演变，芽胞杆菌分类系统沿革等。第四章阐述了芽胞杆菌传统类群划分，芽胞杆菌经典分类学特性，芽胞杆菌分子分类学特性，芽胞杆菌脂肪酸分类学特性。第五章阐述了基于脂肪酸生物标记芽胞杆菌系统发育，基于全基因组芽胞杆菌属种类系统发育，基于物质组学芽胞杆菌属种类系统发育。第六章阐述了芽胞杆菌 5 科 71 属 752 种，并规范了 752 个芽胞杆菌的中文译名。

本书可供从事农业、工业、环境、医学、生态等领域微生物相关研究的科研人员、企业技术人员、高校教师和研究生等参考。

图书在版编目（CIP）数据

芽胞杆菌. 第 2 卷，芽胞杆菌分类学/刘波等著. —北京：科学出版社, 2016.3

ISBN 978-7-03-047308-0

Ⅰ.①芽… Ⅱ.①刘… Ⅲ. ①芽胞杆菌属–细菌分类–研究 Ⅳ.①Q939.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 026723 号

责任编辑：李秀伟　李　迪 / 责任校对：张凤琴　赵桂芬　韩　杨　桂伟利

责任印制：肖　兴 / 封面设计：刘新新

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

http://www.sciencep.com

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行　各地新华书店经销

*

2016 年 3 月第　一　版　开本：787×1092　1/16

2016 年 3 月第一次印刷　印张：78 1/4　插页：6

字数：185500

定价：428.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

Bacillus

Volume II Taxonomy of Bacillus

Edited by
Liu Bo Tao Tianshen Wang Jieping
Liu Guohong Xiao Rongfeng Chen Meichun

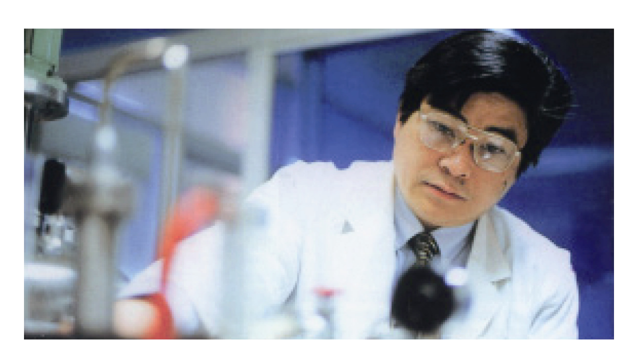
Science Press
Beijing

Summary

The series books of *Bacillus* are the academic works based on the scientific research. This present book, which is named as *Taxonomy of Bacillus*, is the second volume of *Bacillus* series and includes 6 chapters. The first chapter “history of *Bacillus* taxonomy” provided a historical overview of microorganism and *Bacillus* taxonomy, and introduced the characteristics description of *Bacillus* species. The second chapter “taxonomic methods of *Bacillus*” included the *Bacillus* taxonomic literatures, denomination of *Bacillus* species, formalized description of *Bacillus* resources, the traditional and modern *Bacillus* taxonomic methods, and the trends of *Bacillus* taxonomy. An example for publishing a new species of *Bacillus* was also provided. The third chapter “evolvement of *Bacillus* taxonomic system” described the establishment, evolvement and history of *Bacillus* taxonomic system. The fourth chapter “characteristics of *Bacillus* taxonomy” introduced the traditional division of *Bacillus* groups, and the characteristics of classic taxonomy, molecular taxonomy and fatty acid taxonomy of *Bacillus*. The fifth chapter “phylogenesis of *Bacillus*” analyzed the phylogenesis of *Bacillus* species based separately on the fatty acid biomarkers, average nucleotid identity (ANI), and matteromics. The sixth chapter “species description of the Genus *Bacillus* and Related Organisms” represented the descriptions of 479 species belonging to 51 genera of the family Bacillaceae, 32 species belonging to 4 genera of the family Alicyclobacillaceae, 210 species belonging to 7 genera of the family Paenibacillaceae, 19 species belonging to 5 genera of the family Planococcaceae, and 12 species belonging to 4 genera of the family Sporolact-obacillaceae. Moreover, the normative Chinese names were assigned to the 752 *Bacillus*-like species. In addition, about 900 references were listed at the end of this book.

The book is available for scientific research personnel, enterprise technical personnel, college teachers and graduate students, etc. who engaged in agriculture, industry, environment, medicine and ecological research.

作 者 简 介



个人简历：刘波，男，汉族，1957年生，福建惠安人，中共党员。1987年获福建农学院（现福建农林大学）博士学位，1992～1994年在德国波恩大学从事博士后研究，1994～1995年美国密歇根大学访问学者，1996～2006年德国波恩大学每年1～3个月短期合作研究访问学者。现任福建省农业科学院院长，研究员；中国农学会高新技术农业应用专业委员会副理事长，中国植物病理学会常务理事，中国微生物学会理事，福建省科协副主席，福建省农业工程学会理事长，福建省农学会副会长，福建省微生物学会副理事长，福建省生物化学及分子生物学学会副理事长；《中国农业科学》、《农业环境科学学报》、《中国生物防治学报》、《植物保护》、《食品安全质量检测学报》、《生物技术进展》、《亚热带植物科学》等期刊编委；《福建农业学报》、《东南园艺》主编；德国波恩大学植物病理研究所博士生导师，福建农林大学博士生导师，福州大学、福建师范大学硕士生导师，中德生防合作研究、中美柑橘黄龙病合作研究、中以示范农场合作项目等中方首席科学家。

研究经历：长期从事农业微生物生物技术，芽胞杆菌系统发育，微生物农药、微生物肥料、微生物保鲜、微生物降解、动物益生菌、环境益生菌等农业生物药物，微生物脂肪酸生态学，微机测报网络，设施农业等研究。主持或参加中德国际合作项目、中美国际合作项目、中以国际合作项目、国家863计划项目、国家自然科学基金、国家科技支撑计划、福建省科技重大攻关项目等科研课题150多个。建立了福建省农业科学院农业微生物创新团队，承担了福建省生物农药工程研究中心（福建省发展和改革委员会，以下简称“发改委”）、福建省农业生物药物工程技术研究中心（福建省科学技术厅，以下简称“科技厅”）、国家外专局国家农业引智技术——生物防治技术推广示范基地、农业部微生物资源与利用重点实验室东南区域农业微生物资源利用科学观测实验站等的建设。以芽胞杆菌的采集、收集、保存、筛选、鉴定、分类、基因等研究为主线，进行农业生物药物（农业微生物制剂）研究，开发植病生防生物农药、植物疫苗、饲用益生菌、粪便降解菌、动物病害生防菌剂、芽胞杆菌果蔬保鲜剂等。

围绕绿色农业中种植业和养殖业的生物药物研发应用问题，研究用于生猪健康养殖的芽胞杆菌，包括饲用益生菌、猪粪降解菌和猪病抑制菌，建立新型微生物发酵床生猪养殖体系，饲用益生菌替代抗生素促进猪的生长，猪粪降解菌分解猪粪防止养殖污染和除去养殖臭味，猪病抑制菌接入生猪健康养殖的微生物防治床用于防控猪病，养猪过程采用原位发酵技术，使得猪粪成为优质的微生物肥料。利用养猪生成的微生物肥料，接

入防病功能微生物，形成用于植物病害生物防治的生物肥药，如芽胞杆菌防治作物青枯病和枯萎病、淡紫拟青霉防治作物线虫病、木霉防治作物根腐病等土传病害。利用 Tn5 插入方法构建青枯雷尔氏菌无致病力菌株、通过导入尖孢镰刀菌无毒基因构建尖孢镰刀菌无致病力菌株，研制用于植物免疫抗病的植物疫苗，对茄科、瓜类、香蕉等作物进行种苗接种和移栽接种，产生抗病作用，替代化学药剂和补充种苗的嫁接技术。筛选果品采后保鲜和蔬菜种苗保鲜功能芽胞杆菌，进行果蔬采后保鲜和种苗调运中的保鲜，替代化学保鲜剂。筛选乳酸杆菌发酵植物蛋白，研发植物蛋白乳酸菌饮品。农业生物药物的研究从产前、产中、产后环节考虑，为整个绿色农业中的产业链提供系统的农业生物药物（微生物制剂）研制与应用模式，并紧密地结合农业龙头企业，将农业微生物制剂（农业生物药物）的研究成果直接应用于农业生产。

1987～1991 年：1987 年年底博士毕业，1988 年来到福建省农业科学院植物保护研究所，创立了电脑测报研究室；作为生物防治研究的博士，从事害虫天敌的研究，应用昆虫生态知识，设计病虫微机测报网络，研究害虫和天敌的相互关系，达到保护天敌控制害虫的目的。结合留学德国的后续研究，作为第二作者，与德国波恩大学 Sengonca 教授一起，在德国用英文出版了《柑橘粉虱寄生蜂生物学》（ISBN 3-89873-983-X）著作，在昆虫学研究上留下足迹。

1992～1994 年：在德国波恩大学从事博士后研究，起初从事昆虫天敌研究，后来接触到昆虫病理学的研究领域，开始了生物农药——苏云金芽胞杆菌的研究，提出了生物毒素生物藕合技术（bioconjugation technique），利用基团藕联剂（conjugator），将苏云金芽胞杆菌杀虫毒素与阿维菌素毒素进行体外生物藕合，形成单体双毒素结构的 BtA，以拓宽生物农药的杀虫谱和提高杀虫速率，降低害虫抗药性。作为第一作者与德国波恩大学 Sengonca 教授合作，在德国用英文出版了《新型生物农药 BtA 生物藕合技术的研究》（ISBN 3-86537-288-0）著作，进入生物农药研究领域。

1994～2003 年：1994 年从德国回来，随后前往美国作短期访问学者，1995 年从美国返回。1996 年调入福建省农业科学院生物技术中心工作，创立了农业环保技术研究室。建立了与德国波恩大学植物病理研究所十多年（1996～2014 年）的合作关系，在国内建立了中德生防合作研究实验室，联合申请到三轮的德国科学基金（Deutsche Forschungemeinschaft，DFG）和德国国际合作基金（Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit，GTZ），并承担了国家自然科学基金、国家 863 计划项目、国家科技支撑计划项目等，在继续研究生物藕合技术的基础上，拓展了生物农药的研究领域，从芽胞杆菌作为生物杀虫剂的研究进入芽胞杆菌作为生物杀菌剂的研究领域，在研究作物青枯病生物杀菌剂——蜡状芽胞杆菌 ANTI 8098A 的过程中，发现了芽胞杆菌对青枯雷尔氏菌的致弱作用，进行了致弱机理和致弱物质的研究，出版了《青枯雷尔氏菌多态性研究》（ISBN 7-5335-2553-1）著作，进入植病生防研究领域。

2004～2007 年：2004 年，福建省农业科学院微生物、动物、植物生物技术三大学科合并，组建了生物技术研究所，微生物生物技术研究领域成立了生物毒素研究室和生物发酵技术与生物反应器研究室，组合形成生物农药研究中心，承担了福建省生物农药工程研究中心的建设；在原有生物农药研究的基础上，拓展了芽胞杆菌作为饲用益生素的研究，利用绿色荧光蛋白基因标记致病大肠杆菌，通过感染小白鼠和小白鼠服用益生素

抗病的相互关系研究，建立益生素作用模型；进行了芽胞杆菌作为化学农药降污菌剂的研究；系统收集芽胞杆菌资源，对其进行保存、鉴定和利用，出版了 380 多万字的《芽胞杆菌文献研究》（ISBN 7-80653-754-6）著作；随着研究的深入，开始了植物免疫特性的研究，进行了青枯雷尔氏菌无致病力菌株免疫接种抗病特性的研究。与作者的博士后周涵韬博士一起出版了《基因克隆的研究与应用》（ISBN 7-5023-4920-0）著作，进入了农业微生物生物技术研究领域。

2008～2010 年：2008 年，根据福建省农业科学院研究所结构的调整，成立了福建省农业科学院农业生物资源研究所，生物农药研究中心改为农业微生物研究中心，转至农业生物资源研究所。2008 年作为福建省农业科学院农业微生物学科的首席专家，组建了院农业微生物学科创新团队，从事微生物基础生物学及农业生物药物的研究与应用。建立微生物资源的采集、筛选、保存、鉴定、分类平台，微生物形态、生理、生态、分子生物学、基因组学、脂肪酸生态学研究平台，微生物发酵技术、活性物质分析、功能微生物筛选研究平台。注重生物藕合技术、生物致弱机理、免疫抗病机理、植物内生菌、抗病物质分析、脂肪酸生态学等研究。开发生物农药、生物肥药、植物疫苗、生物饲料、微生物保鲜、微生物降污等农业生物药物（微生物制剂）。这个时期出版了《微生物发酵床零污染养猪技术的研究与应用》（ISBN 978-7-80233-876-0）、《植物饮品原料研究文献学》（ISBN 978-7-122-07149-1）等著作。

2011～2014 年：深入研究芽胞杆菌的资源采集、系统分类、生物学、脂肪酸组学、基因组学、物质组学、酶学、发酵工艺学等，研发生物农药、生物肥料、生物保鲜、生物降污、益生菌等农业生物药物产品，组建芽胞杆菌生产性工程化实验室。发表了芽胞杆菌新种——兵马俑芽胞杆菌（*Bacillus bingmayongensis* DSM 25427^T sp. nov.，Liu et al.，2014）、仙草芽胞杆菌（*Bacillus mesonae* DSM 25968^T sp. nov.，Liu et al.，2014）、慈湖芽胞杆菌（*Bacillus cihuensis* DSM 25969^T sp. nov. ，Liu et al.，2014)。这个时期出版了《微生物脂肪酸生态学》（中国农业科学技术出版社）、《农药残留微生物降解技术》（福建科学技术出版社）、《尖孢镰刀菌生物学及其生物防治》（科学出版社）等著作。

研究成果：完成了“蚜茧蜂人工大量繁殖技术”、“稻飞虱综合治理”、“数据库自动编程系统”、“水稻病虫微机测报网络”、“生物杀虫剂 BtA 的研究与应用”、“生物杀菌剂 ANTI-8098A 的研究与应用”、“尖孢镰刀菌生物学及其生物防治”、“农业科技推广互联网的建立与应用”、“茶叶病虫系统调控技术的研究”、“微生物发酵床健康养猪技术”、“微生物脂肪酸生态学”、“微生物保鲜技术研究”、“作物病害植物疫苗研究”等课题。在德国博士后工作期间，发明了新型昆虫嗅觉仪，提高了昆虫利它素的测定精度和效率。研究成果“植物生长调节剂”、“苏云金杆菌培养基”、“气升式发酵生物反应器”、“生物杀虫剂 BtA 的藕合技术”、“微生物发酵床大栏养猪技术”、“微生物保鲜剂”、“植物蛋白乳酸芽胞杆菌饮品”等获国家专利 20 多项。获中华农业科技奖一等奖 1 项（主持：重要土传病害生防菌剂创制与应用〈2013〉），福建省科学技术奖二等奖 5 项（主持：作物病虫微机网络测报技术〈1996〉、高效生物杀虫剂 BtA 的研制与应用〈2006〉、农作物青枯生防菌剂 ANTI-8098A 的研究与应用〈2008〉、无害化养猪微生物发酵床工程化技术研究与应用〈2010〉、龙眼褐变致腐机理及微生物保鲜关键技术的研究与应用〈2011〉）、三等奖 2 项（主持：蚜茧蜂人工大量繁殖技术〈1992〉，计算机管理自动编程系统〈1994〉）。获

中国青年科技奖（1992）、全国优秀留学回国人员奖（1996）、福建省省级优秀专家（1997）、福建省“五一”劳动奖章（1999、2010），享受国务院政府特殊津贴（1997），入选国家“百千万”人才第一、二层次管理（1997）和福建省杰出科技人才（2009）。在国内外学术刊物上发表论文 300 多篇，其中 SCI 期刊论文 35 篇；出版专著 15 本，其中英文专著 2 本。目前，作为中德合作项目、中美合作项目、中以合作项目、国家自然科学基金、国家 863 计划项目、国家科技支撑计划、农业部行业科技专项、国家引智办项目、福建省农业重点项目等的主持人或子项目主持人，从事农业微生物生物技术、芽胞杆菌分类、农业生物药物、环保农业技术的研究和应用。

《芽胞杆菌 · 第二卷　芽胞杆菌分类学》
著 者 名 单

（按姓氏汉语拼音排序）

曹　宜	硕士、助理研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
车建美	博士、副研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
陈　峥	博士、助理研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
陈梅春	博士、实习研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
陈倩倩	博士生、实习研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
陈燕萍	硕士、助理研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
葛慈斌	硕士、副研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
黄素芳	副研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
蓝江林	博士、研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
林抗美	研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
林营志	博士、副研究员	福建省农业科学院数字农业研究所
刘　波	博士、研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
刘　芸	硕士、助理研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
刘国红	博士、实习研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
潘志针	硕士、实习研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
阮传清	博士、副研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
史　怀	硕士、副研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
苏明星	硕士、副研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
唐建阳	研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
陶天申	教授	武汉大学生命科学学院
王阶平	博士、研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
肖荣凤	硕士、副研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
郑梅霞	硕士、实习研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
郑雪芳	博士、副研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
朱育菁	博士、研究员	福建省农业科学院农业生物资源研究所
Cetin Sengonca	Ph D，Professor	University of Bonn，Germany
Yongping Duan	Ph D，Professor	USDA Horticultural Research Laboratory，Florida，USA

研 究 机 构

1. 福建省农业科学院农业生物资源研究所
2. 中德生防合作研究实验室（福建省农业科学院/德国波恩大学植物病理研究所）
3. 中美园艺植物病害综合治理合作研究实验室（福建省农业科学院/美国佛罗里达园艺实验室）
4. 国家引进外国智力成果生物防治技术示范推广基地（国家外国专家局）
5. 东南区域农业微生物资源利用科学观测实验站（农业部微生物资源与利用重点实验室）
6. 福建省农业生物药物工程技术研究中心（福建省科技厅）
7. 福建省生物农药工程研究中心（福建省发改委）
8. 芽胞杆菌生产性工程化实验室（福建省农业科学院）
9. 农业微生物创新团队（福建省农业科学院）

资 助 项 目

《芽胞杆菌》得到国家、福建省等部门科技项目的资助，特表衷心感谢。项目如下。

1. 国家自然科学基金项目（2014）——中国芽胞杆菌资源分类及系统发育研究（31370059）
2. 农业部公益性行业（农业）科研专项（2013）——功能性微生物制剂在农业副产物资源化利用中的研究与示范（201303094）
3. 科技部国际合作项目（2012）——规模化养猪污染微生物治理关键技术联合研发（2012DFA31120）
4. 科技部科技支撑计划项目（2012）——规模化养殖场发酵床微生物制剂研究及其废弃物多级循环利用技术的集成示范（2012BAD14B00）
5. 科技部 973 计划前期项目（2011）——芽胞杆菌种质资源多样性及其生态保护功能基础研究（2011CB111607）
6. 农业部 948 重点项目（2011）——高效新型微生物资源引进与创新（2011-G25）
7. 科技部科技支撑计划项目（2008）——热带亚热带外向型农业区新农村建设关键技术集成与示范：闽东南外向型社会主义新农村建设（2008BAD96B07）
8. 自然科学基金项目（2008）——生防菌对青枯雷尔氏菌致弱机理的研究（30871667）
9. 科技部 863 计划项目（2006）——细菌、真菌类生物杀虫剂研究和创制（2006AA10A211）
10. 科技部 863 计划项目（2006）——茄科作物青枯病和枯萎病生防菌剂的研究与应用：芽胞杆菌工程菌的构建及生防菌剂的创制（2006AA10A212）

11. 国家自然科学基金项目（2005）——新型生物杀虫剂 BtA 的藕合机理的研究（30471175）
12. 福建省科技厅科技创新平台建设项目（2007）——福建省农业生物药物研究与应用平台（2007N02010）
13. 福建省发改委农业科技重点项目（2004）——农作物重要毁灭性及检疫性病害枯萎病的流行监控及生物防治技术的研究（闽发改农业[2004]605）
14. 福建省财政厅科技专项（2009）——农业微生物研究中心重大装备建设（2009）
15. 福建省农业科学院科技创新团队项目（2008）——农业微生物基础生物学与农业生物药物的研究与应用（STIF-Y03）

序

拜读了刘波博士等的《芽胞杆菌》即将出版的前三卷：《芽胞杆菌 · 第一卷 中国芽胞杆菌研究进展》、《芽胞杆菌•第二卷 芽胞杆菌分类学》和《芽胞杆菌•第三卷 芽胞杆菌生物学》，十分高兴，这是我国第一部大型系统的芽胞杆菌著作集，必将在推动我国芽胞杆菌研究和应用方面起重要作用。十分遗憾的是，我从事苏云金芽胞杆菌研究和应用50年，零散参考过国内外大量芽胞杆菌文献，这三卷著作列举的很多文献我都没见过，如果早期有这样系统的著作参考，我的论文、专利和成果会更丰硕。

1872年，德国微生物学家科恩（Cohn）根据细菌的形态特征，首次建立了细菌分类系统，第一次命名了芽胞杆菌属（*Bacillus*），将细长精弧菌（*Vibrio subtilis*）重新定名为枯草芽胞杆菌（*Bacillus subtilis*），并作为芽胞杆菌的模式种，从此芽胞杆菌种类的数量经历了从少到多，再从多到少，最后从少到多的漫长演变过程。1923～1939年出版的第一至第五版《伯杰氏鉴定细菌学手册》（*Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*）只有一个芽胞杆菌属，1923年第一版收录了75种，1925年第二版保留了75种，1930年第三版收录了93种，1934年第四版收录了93种，1939年第五版收录了146种。而在第六至第八版的《伯杰氏鉴定细菌学手册》中，从芽胞杆菌属中划分出多个芽胞杆菌近缘属，使得芽胞杆菌属中种的数量锐减，1948年第六版只收录了33种，1957年第七版收录了25种，1974年第八版收录了22种。

1984～1986年，《伯杰氏鉴定细菌学手册》更名为《伯杰氏系统细菌学手册》（*Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*）。1984年第一版分4卷出版，1994年将原1～4卷中有关属以上分类单元进行修改补充后汇集成一册，称为《伯杰氏鉴定细菌学手册》第九版，在该版中形成内芽胞的细菌划分为35属，共收录了409种，包括91个同物异名。2001年，《伯杰氏系统细菌学手册》第二版分5卷出版，收录了26个芽胞杆菌属及其近缘属，共359种。随着20世纪末分子分类法和化学分类法的应用，以及微生物其他研究技术的发展和方法的改进，分类地位的划分更加准确，芽胞杆菌种属中种的鉴定数量越来越多。尽管不同文献收录种的数量有差异，但总趋势是数量增加，如2005年出版的《细菌名称确认名录》（*Approved Lists of Bacterial Names*）中，记载了芽胞杆菌属的175种，2006年NCBI数据库的芽胞杆菌属中收录了182种，2006年德国微生物菌种保藏中心（DSMZ）收集到芽胞杆菌属中的171种，刘波（2006）出版的《芽胞杆菌文献研究》中，收录了芽胞杆菌属的244种。

该著作集涉及的芽胞杆菌分类系统，是将“具有命名地位的原核生物名称的名录”网站（List of Prokaryotic Names with Standing in Nomenclature，LPSN）中截至2014年12月底的更新版本，补充到尚未编入《伯杰氏系统细菌学手册》第二版第3卷厚壁菌门（Firmicutes）的芽胞杆菌及其近缘属中。在厚壁菌门中包括了芽胞杆菌相关科5科71属752种。

芽胞杆菌在工业、农业、环境、医学等方面的基础研究、应用基础、产业开发和应用中具有极其重要的作用。芽胞杆菌形成的芽胞，具有很强的抗干燥、高温和紫外线，耐盐、碱、酸和重金属的能力，它们能产生多种用途的次生代谢产物，有益产物在工业中用于生产抗生素、酶制剂等，对有害产物中的炭疽毒素、肠毒素等在医学方面进行了许多研究，在环境方面用于有机废弃物和重金属降解、去污等，在农业中广泛用于生物农药、肥料、保鲜剂等产品的生产中。芽胞杆菌与人类关系密切，加之种类多、分布广、抗逆性强、容易培养、遗传操作方便，是进行基因组学等组学基础研究和产物表达的好材料。

我曾经建议刘波博士写一本关于芽胞杆菌的著作，没想到他在科技部、农业部、国家自然科学基金委员会和福建省有关部门的支持下，带领团队致力于芽胞杆菌的研究和应用，取得了一系列的重要成果，相继出版了《芽胞杆菌文献研究》(第一卷、第二卷)、《新型生物农药 BtA 的研发》、*Biotechnological Development of GCSC-BtA as a New Type of Biocide*、《微生物脂肪酸生态学》、《农药残留微生物降解技术》、《尖孢镰刀菌生物学及其生物防治》、《青枯雷尔氏菌多态性研究》等一批著作，充分展现了他的潜心钻研，广阔思路，而且他组织能力十分惊人，科研毅力无可比拟。

《芽胞杆菌•第一卷　中国芽胞杆菌研究进展》共 11 章。第一章简要介绍了细菌的分类系统、芽胞杆菌分类地位和应用，以及中国学者在这方面的研究概况。第二至第十一章分别以芽胞杆菌属、种为单元，介绍了中国学者在脂环酸芽胞杆菌属、兼性芽胞杆菌属、无氧芽胞杆菌属等 10 个芽胞杆菌属及其近缘属中 58 个种的研究进展，包括菌株分离鉴定、生物学特性、代谢产物、发酵技术等，以及在病虫害生物防治、微生物肥料和有机废弃物、农药、重金属等降解与转化方面的应用研究，共列出 8306 篇文献供参考。

这次出版的《芽胞杆菌•第二卷　芽胞杆菌分类学》共 6 章。第一章阐述了微生物分类学和芽胞杆菌分类学的起源，芽胞杆菌的特征描述等。第二章阐述了芽胞杆菌分类学文献，芽胞杆菌种类命名，芽胞杆菌资源描述规范，芽胞杆菌分类学方法，芽胞杆菌新种发现与发表。第三章阐述了芽胞杆菌分类系统建立，芽胞杆菌分类系统演变，芽胞杆菌分类系统沿革等。第四章阐述了芽胞杆菌传统类群划分，芽胞杆菌经典分类学特性，芽胞杆菌分子分类学特性，芽胞杆菌脂肪酸分类学特性。第五章阐述了基于脂肪酸生物标记芽胞杆菌系统发育，基于全基因组芽胞杆菌属种类系统发育，基于物质组学芽胞杆菌属种类系统发育。第六章阐述了芽胞杆菌 5 科 71 属 752 种，并规范了 752 个芽胞杆菌的中文译名，共列出 896 篇文献供参考。

《芽胞杆菌•第三卷　芽胞杆菌生物学》共分 7 章。第一章到第三章介绍了芽胞杆菌的生物学和分子生物学特性，包括形态特征、营养需要、生长培养、酶学特性、分子生物学特性、功能基因分析、全基因组测序等。第四章和第五章介绍了芽胞杆菌生态学、植物芽胞杆菌内生菌多样性，包括生态学原理和方法、种群竞争、空间分布型、群落多样性、植物内生芽胞杆菌种群多样性等。第六章和第七章介绍了芽胞杆菌用于生物防治及其作用机理，包括生防菌筛选、功能和作用机理、植物体内和土壤中定殖及抗病作用、动物益生芽胞杆菌作用机理、微生物发酵床防猪病促生长机理等，共列出 1000 余篇文献供参考。

继《芽胞杆菌》前三卷完稿，得知刘波博士和他的团队还将陆续出版《芽胞杆菌•芽胞杆菌脂肪酸组学》、《芽胞杆菌•芽胞杆菌物质组学》、《芽胞杆菌•芽胞杆菌基因组学》、《芽胞杆菌•芽胞杆菌资源学》、《芽胞杆菌•芽胞杆菌发酵工艺学》和《芽胞杆菌•芽胞杆菌在养殖污染治理中的应用》等，期望这些巨著早日问世，为我国微生物学，特别是芽胞杆菌的研究和发展做出重要贡献。



华中农业大学农业微生物学国家重点实验室
2014 年 11 月 11 日于武昌狮子山

前　　言

1872 年，德国微生物学家科恩（Cohn）命名了芽胞杆菌属（*Bacillus*），将枯草芽胞杆菌（*Bacillus subtilis*）作为芽胞杆菌属的模式种。芽胞杆菌的芽胞是休眠体，不是繁殖体，所以芽胞杆菌采用“胞”字而不是用“孢”字。绝大多数是一个菌体细胞仅形成一个芽胞位于菌体细胞内，由核心（core）、皮层（cortex）、芽胞衣（spore coat）和外壁（exosporium）组成。核心又称为芽胞的原生质体，内含 DNA、RNA、保护 DNA 的酸溶性小分子芽胞蛋白，以及合成蛋白质和产生能量的系统。此外，还有大量的吡啶二羧酸（DPA）布满整个芽胞，占芽胞干重的 10%～15%，但一般不存在于不形成芽胞的细菌细胞。DPA 在芽胞中以钙盐的形态存在于内层的细胞膜和外层芽胞衣间的皮层中。皮层处于核心和芽胞衣之间，含有丰富的肽聚糖。芽胞衣主要由蛋白质组成，此外，还有少量的碳水化合物和类脂，可能还有大量的磷。最外层是外壁，其主要成分是蛋白质、一定量的葡萄糖和类脂。由于芽胞具有厚而含水量低的多层结构，因此折光性强、对染料不易着色。芽胞对热、干燥、辐射、化学消毒剂和其他理化因素有较强的抵抗力，这可能与芽胞独具的高含量吡啶二羧酸有关。

芽胞杆菌对外界有害因子抵抗力强，广泛分布于土壤、水、空气、动物肠道、植物体内等处。芽胞杆菌的特性包括：①繁殖快速，代谢快、繁殖快，4h 增殖 10 万倍；②生命力强，无湿状态可耐低温–60℃、耐高温 280℃，耐强酸、耐强碱、耐高压、耐高盐、耐高氧（嗜氧繁殖）、耐低氧（厌氧繁殖）；③菌体积大，体积比一般病原菌细胞大 4 倍，占据空间优势，抑制有害菌的生长繁殖。

芽胞杆菌与人类关系密切，如炭疽芽胞杆菌引起人、畜的炭疽病；蜡样芽胞杆菌引起食物中毒。对人有利的芽胞杆菌有枯草芽胞杆菌，产生工业或医疗用的蛋白酶、淀粉酶；多黏类芽胞杆菌生产多黏菌素；地衣芽胞杆菌生产杆菌肽；著名的细菌杀虫剂——苏云金芽胞杆菌能杀死 100 多种鳞翅目的农林害虫，现已扩大到杀蚊、蝇幼虫；日本甲虫芽胞杆菌、幼虫芽胞杆菌和缓病芽胞杆菌可用于防治蛴螬等地下害虫。芽胞杆菌分解有机物能力强，在自然界的元素循环中起重要作用。有些种如多黏类芽胞杆菌有固氮的能力。

芽胞杆菌的突出功能包括：①保湿性强，形成强度极为优良的天然材料聚谷氨酸，为土壤的保护膜，防止肥分及水分流失；②分解力强，增殖的同时，会释放出高活性的分解酶，将难分解的大分子物质分解成可利用的小分子物质；③代谢物丰富，合成多种有机酸、酶、生理活性物质等，以及其他多种容易被利用的养分；④抑菌能力强，具有占据空间优势，抑制有害菌、病原菌等有害微生物生长繁殖的作用；⑤除臭能力强，可以分解产生恶臭气体的有机物质、有机硫化物、有机氮等，大大改善场所的环境。

芽胞杆菌由于产生芽胞具有较强的抵抗外界环境压力的能力，能够抵抗其生存环境中干燥、高热、高盐、高碱、高酸、高紫外线辐射所造成的伤害，便于工业化生产，被

广泛应用于生物农药、生物肥料、生物保鲜、生物降污、益生菌、酶制剂、生化物质等产品的生产。可应用于：①生物肥料制作，用于发酵有机肥、农家肥、复合肥和化肥添加，多黏类芽胞杆菌具有固氮的能力等；②生物农药生产，如苏云金芽胞杆菌用于防治鳞翅目害虫等；③土壤污染修复剂生产，降解土壤有机废弃物、钝化土壤重金属、降解土壤农药和化肥残留等；④生物保鲜剂生产，利用短短芽胞杆菌制作龙眼果实保鲜剂等；⑤城市垃圾处理，利用芽胞杆菌降解居家垃圾、处理厨余垃圾、净化城市污水等；⑥饲用益生菌生产，制作动物饲料添加剂、水产环境水质净化剂等，如枯草芽胞杆菌可用于畜牧水产饲料添加剂，地衣芽胞杆菌用于水产水环境净化等；⑦生化物质生产，芽胞杆菌可用于酶类如脂肪酶、蛋白酶、植酸酶等生产，用于氨基酸、丁二醇、抗生素等生产。芽胞杆菌各属拥有各自的生物学特性，通过基因选育等生物工程学，可以将自然界的菌种人工选育出特定功能强势的菌种，应用于工农业生产各个方面。在抗生素污染问题越来越严重的今天，有益的芽胞杆菌的应用研究，可能是解决抗生素问题的一个有效方案。

芽胞杆菌分类学发展迅速，1923～1939 年出版的第一至第五版《伯杰氏鉴定细菌学手册》(*Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*)中，都将芽胞杆菌归为一个属，即芽胞杆菌属（*Bacillus*），1948～1974 年出版的第六至第八版《伯杰氏鉴定细菌学手册》中，芽胞杆菌出现了近缘属的分化，1984～1986 年，《伯杰氏鉴定细菌学手册》更名为《伯杰氏系统细菌学手册》(*Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*)。第一版《伯杰氏系统细菌学手册》于 1984 年起分 4 卷出版；将芽胞杆菌类细菌分为 35 个属，收录了芽胞杆菌属及其近缘属在内的芽胞杆菌共 409 种，其中有 91 个种是同物异名。第二版《伯杰氏系统细菌学手册》于 2001 年起分 5 卷出版，收录了芽胞杆菌属及其近缘属 26 个、共 359 种芽胞杆菌，这些种中不包括同物异名。随着微生物研究技术、方法的改进和发展，越来越多的芽胞杆菌种类被发现，如 2005 年《细菌名称确认名录》（*Approved Lists of Bacterial Names*）记载的芽胞杆菌种名有 175 个，2006 年 NCBI 数据库上收集的芽胞杆菌属的种名有 182 个，2006 年德国微生物菌种保藏中心（DSMZ）收集的芽胞杆菌属的种名有 171 个，刘波（2006）在出版的《芽胞杆菌文献研究》中，将芽胞杆菌归为一个属（*Bacillus*），共 244 种。本书涉及的芽胞杆菌分类系统，是将“具有命名地位的原核生物名称的名录”网站（List of Prokaryotic Names with Standing in Nomenclature，LPSN）中截至 2014 年 12 月底的更新版本，补充到尚未编入《伯杰氏系统细菌学手册》第二版第 3 卷厚壁菌门（Firmicutes）的芽胞杆菌及其近缘属中。因此，在厚壁菌门中包括了传统的芽胞杆菌 5 个相关科，71 个相关属，752 种。

我们研究团队完成了 12 个国家 8500 多份土样采集与保存，分离保存了 28 000 多株芽胞杆菌，收集引进了 260 多个芽胞杆菌标准菌株，启动了芽胞杆菌 62 个属 180 多个种的全基因组测序，开展了芽胞杆菌属 120 多个种的物质组的测定，完成了芽胞杆菌 2800 多个菌株脂肪酸组的测定，实施了芽胞杆菌属 120 多个种 10 种酶的测定，鉴定出芽胞杆菌潜在新种 50 多种（将陆续发表），发表了芽胞杆菌 5 个新种。将逐步出版芽胞杆菌系列专著，包括《芽胞杆菌•第一卷　中国芽胞杆菌研究进展》、《芽胞杆菌•第二卷　芽胞杆菌分类学》、《芽胞杆菌•第三卷　芽胞杆菌生物学》、《芽胞杆菌•芽胞杆菌脂肪酸组学》、《芽胞杆菌•芽胞杆菌物质组学》、《芽胞杆菌•芽胞杆菌基因组学》、《芽胞杆菌•芽胞杆菌资源学》、《芽胞杆菌•芽胞杆菌发酵工艺学》和《芽胞杆菌•芽胞杆菌在养殖污染治理中

的应用》等，期望这些著作早日问世，但愿我们多年的科研工作及这些著作能为我国微生物学，特别是芽胞杆菌的研究和应用做出些微贡献。

由于学术水平有限，书中不足之处在所难免，望国内同行批评指正，与之共勉。

著　者

2016-1-1，福州

目　　录

第一章　芽胞杆菌分类学历史

第一节　微生物分类学的起源

一、概述

1. 微生物起源文献

德国科学家德鲁 2000 年在微生物学综述类期刊上发表了题为《微生物学的起源及费迪南 • 科恩对 19 世纪微生物学的影响》的论文，系统地阐述了微生物学的发展史和科恩对微生物学发展的贡献（Drews，2000）。从中可以看到微生物起源、芽胞杆菌起源等方面的介绍，对于了解芽胞杆菌的发现和分类学等具有重要意义。

2. 微生物学科发展争议

科学的发展从来都不是一个持续的过程。如果不能遵循当时的社会主流，一些发现、革命思想和新概念常常被忽视、被误解或者被攻击。尽管早在 17 世纪人们就在显微镜下发现了细菌，但直到科恩时代，人们认为细菌是自然发生的，而且它们可以转变为其他的形态和生理类型，即多型性（pleomorphism）。同样的，当时人们还不清楚细菌和其他纤毛虫类是一些生物或化学过程的诱因或产物。后来，伴随着对一些有争议观念的大讨论，实验性工作开始出现，用以证明或反驳某些理论。理性的经验论逐渐战胜了推测性的推理。

二、显微镜的发明与应用

1. 知识的产生

在 17 世纪，人们开始信任大自然的证据，且超过了对人类思想的信任。科学家不仅得益于自己的观察而获得的证据，而且得益于前人的权威理论。现代的经验论根植于这样一种观念：恰当的知识概念应源自对自然界的真实存在的直接感知体验。培根（Bacon）提出了科学工作的归纳法，而且科学工作必须在观察和测量的基础上才能得出结论。那时，虽然依靠推理来解决科学问题的演绎法仍然实用，但人们更热衷于实证性的科学研究。笛卡儿（Descartes）在《哲学原理》（1644）一书中强调：只有经得起数学证明的结论才是有效的。现代观念认为：①生物学中没有绝对真理；②一个被实验证据否定了的假说必须被某个新假说取代。

2. 显微镜的发明

在 16～18 世纪，人们逐渐认识到植物和动物极其丰富的多样性，而且在大量的综合

文章中出现了对人类、动物和植物解剖学的描述。大约在 1590 年，约翰（Johannes）和詹森（Janssen）组装了第一台显微镜，它由一个或两个光学透镜组成。惠更斯（Huygens）的研究使人们知道了光可以在光学镜头中传播、反射和折射。他建造了一些简单的显微镜和望远镜。但这些显微镜的放大倍数很低，而且观察对象的图片常常受到色彩和透镜球面像差的影响，镜头球面像差的产生原因是各种波长的光线不能聚焦到同一个平面上。尽管如此，马尔皮基（Malpighi）、格鲁（Grew）、列文虎克（Leeuwenhoek）和胡克（Hooke）使用这些最原始的显微镜观察并详细描述了细菌、原生动物、真菌、精子、红细胞，以及植物和动物的组织。欧拉（Euler）提出了消色差透镜的构想，包括阿米奇（Amici）和舍瓦利耶（Chevalier）在内的几位科学家通过不同的折射指数镜头的组合而建造了第一个消色差透镜。到 19 世纪后期，显微镜的目镜和物镜因这些科学家的研究实现了商业化生产。

3. 显微镜的改进

物理学家阿贝（Abbe）揭示了光学显微镜的成像原理，极大地促进了显微镜的发展。阿贝与机械工程师蔡司（Zeiss）和光学玻璃的生产商肖特（Schott）合作开发了一种光学显微镜，包括了高数值孔径的油浸镜头和对标本进行照明的阿贝聚光器。通过不同镜头的组合，解决了因球面像差而导致的显微镜视野边缘模糊的问题。科恩和科赫测试了油浸镜头和阿贝聚光器，并推动了这些改进的显微镜在细胞生物学和微生物学研究中的广泛应用。装有油浸镜头的显微镜最大分辨率达到了 0.2 μm 的实用范围。科赫（Koch）的工作为细菌的精确描述奠定了方法学基础：与魏格特（Weigert）一起发明了染色涂片方法；发明了用盖玻片固定细菌的方法；使用定日镜照明技术而发明了显微照相术。

三、微生物学的发展

1. 生物学研究

17～18 世纪的一些科学家意识到现存的生命形式不同于早期地球的生命，也意识到大多数生物生活在特定的区域，形成自然栖息地。这一时期，物种起源问题已经得到关注，物种来自共同祖先的观点也被提出，但那时占主导地位的仍是静态自然观，以及相信所有生物都可以追溯到某一个或不同的自然发生形式，如无生源说（abiogenesis）和异源说（heterogenesis），而且，物种被认为是稳定的（Mayr，1982；Shapin，1980）。

拉马克（Lamarck）是最早解释生物的多样性，以及生物经过进化过程而产生的从原始到高等的物种等级层次的生物学家之一（Mayr，1982）。通过全面的化石生物与现存生物的比较研究，他推测化石物种是现存生物的祖先。拉马克认为：长期以来，环境条件一直在改变；通过遗传潜能和对变化的环境的适应，生物复杂性由低等到高等逐步进化。他认为生物获得性属性能传播给下一代，尽管他没有解释机制，但他的进化理论取代了静态自然观。居维叶（Cuvier）对进化理论的贡献在于：开展了系统的脊椎动物和无脊椎动物比较解剖学和古生物学研究，但他继续相信物种恒久不变。他和地质学家莱尔（Lyell）认为物种的灭绝是由于相应地质时期环境条件的改变，而新物种则是由创造、自

然发生或突然变化而不连续地产生的。

达尔文（Darwin）在自己观察研究和大量已经发表的现存生物和化石生物比较解剖学研究的基础上创立了他的进化论。他认为所有生物都有一个共同的起源。达尔文假设有一个巨大的取之不尽的遗传与变异库在连续形成之中。一个物种的亚种群由于生活在不同的隔离的栖息地，因而自然选择作用导致了种内多样性的形成。改变了其特性的个体和群体逐渐从原来的物种中形成，因此，新物种来自于变异个体。在达尔文和华莱士（Wallace）看来，自然选择不是一个偶然的过程，而是由生物种群间繁殖和竞争的差异性成功引起的，并且是由它们与栖息地内特定的物理、化学和生物条件的相互作用来决定的。最能适应其周围环境的新变异个体就能存活下来并在它们的栖息地内占据优势地位，而不能适应的变异个体则会消失（Mayr，1982）。自然选择原则、进化和物种起源的概念并没有立即被 19 世纪的科学界接受，而无生源说（abiogenesis）的自然发生概念又得到复兴，并用以解释地球上第一个生命的形成。

2. 细胞生物学研究

沃尔夫（Wolff）描述了作为组织和生物体基础的细胞。随着改进的显微镜的广泛使用、比较组织学知识的增加、关于细胞功能的新观点的出现，细胞生物学的伟大时期于 19 世纪 40 年代就开始了（Harris，1999）。浦肯野（Purkinje）是第一个使用细胞质（protoplasm）这个术语的生物学家，并提出了动植物细胞同源性的概念。莫尔（Mohl）和施莱登（Schleiden）被认为是细胞学说的创始人，他们将细胞视为所有生物体的活的独立实体。最初细胞质被认为是一种非常简单的黏液物质。在 19 世纪 80 年代，斯特拉斯堡（Strasburger）、巴尔弗（Balfour）、奥尔巴赫（Auerbach）、弗莱明（Flemming）证明了细胞核是动物和植物细胞不可缺少的组成部分，并描述了细胞的有丝分裂。

3. 微生物学研究

早期，微生物被认为是可变的（即多型性）和自然发生的。在 1840 年前后，细胞生物学处于繁荣时期，许多科学家开始研究低等藻类、真菌、原生动物及细菌的发育过程。这个时期，科恩（Cohn）研究了单细胞的雨生原球藻（*Protococcus pluvialis*）和 *Stephanosphaera pluvialis*，并阐明其发育的不同阶段，以及游动细胞的营养生长和繁殖阶段，即大藻胞（macrogonidia）和同形配子（isogamete）的区别。

几乎是在同一时期，有性生殖阶段分别在不同的藻类中被发现。例如，1854 年，杜雷（Thuret）发现了墨角藻属（*Fucus*）的有性阶段；1855 年，普林斯海姆（Pringsheim）发现了无隔藻属（*Vaucheria*）的有性阶段；1855～1856 年，科恩发现了环藻属（*Sphaeroplea*）和鞘藻属（*Oedogonium*）的有性阶段。科恩（Cohn）、巴里（Bary）、杜雷（Thuret）、普林斯海姆（Pringsheim）等仔细研究了隐花植物、藻类和真菌卵囊中的卵细胞与精子的受精或同形配子的融合。研究认为，有性生殖这一特性不仅存在于高等生物，而且存在于较低等的生物。

科恩在球团藻（*Volvox globator*）和其他微生物复杂的发育周期、功能分化及有性生殖方面的发现，不仅对于细胞生物学的发展具有重要意义，而且对于现代分类学和生理学具有重要意义。在 17 世纪和 18 世纪，通过比较解剖学的研究建立了这样的概念：每

一个更高等生物的外形与功能都是源自于一个特定的蓝图（special plan）。化学和比较细胞生物学的研究进展将这个概念扩展到了细胞：细胞是所有生物体的结构基础，它们在生物的发育过程中发生了结构上和功能上的分化。

自17世纪以来，原生动物如所谓“纤毛虫类”在许多专著中被描述过。爱伦堡（Ehrenberg）是著名的微生物学家，他详细而全面地描述了超过500种物种。他观察到：小动物可以将洋红或靛蓝颗粒吸收到管状结构中，他称为胃。他认为原生动物具有与更高等生物相似的复杂的内部结构。杜雅尔丁（Dujardin）强调爱伦堡工作的重要性，但与他同时代的大多数人一样，他拒绝了这一假设。杜雅尔丁改进了原生动物的分类学，观察到磷酸钠、草酸铵、碳酸氢钠、硝酸铵可以作为纤毛虫类的营养物质。

四、细菌的发现

1. 微生物引起疾病的发现

各种各样的疾病是由微生物引起的假设多次出现在早期的文献（Lechevalier and Solotorovsky，1965）。公元前36年，瓦罗（Varro）写道：人眼睛不能跟踪的动物可以通过空气传播给其他人而引起严重的疾病。从他的出版物可以很明显看出，他在描述疟疾，该病是由疟原虫（即孢子虫 sporozoon）引起的，并由蚊子进行传播的（Cheesman，1964）。弗拉卡斯托罗（Fracastoro）研究了“法国病”梅毒，并在1546年写道：“传染病是一种从一个人到另一个人转移的感染”，它可以通过两个人之间的直接接触、受污染的材料或长距离的传播而实现。他还描述了一种由立克次体（rickettsiae）引起斑疹热的传染性疾病的病理学特征（Cheesman，1964；Lechevalier and Solotorovsky，1965）。基尔希（Kircher）研究了由接触传染引起的感染性疾病，与他的同时代医生观点不同，医生相信疾病都是由身体体液或臭气的腐败而引起的，他观察到鼠疫患者的血液或淋巴结含有“蠕虫状”的东西，该病害是由后来所认识的鼠疫耶尔森氏菌（*Yersinia pestis*）引起的。不过，他当时很可能并没有看到细菌，而是组织中的颗粒。

2. 列文虎克的细菌发现

第一个明确的存在细菌的证据是由列文虎克（Leeuwenhoek）提供的。他是光学制品制造的爱好者，而且像其同时代的许多人一样制作了大量的显微镜。巨大的成功来自他非常细心和富有想象力的观察。在写给伦敦英国皇家学会的200多封信［发表在皇家学会学报（*Transactions of the Royal Society*）上］及在给罗伯特·胡克的书信中，列文虎克描述了不同形态的细菌、酵母、原生动物。他还做了一些简单的实验，例如，研究了乙酸对细菌（当时被他称为 animalcules，beesjes 或 cleijne schepsels）运动的影响。考虑到他的简单设备的低放大倍率和分辨率，他对从牙菌斑、水样、干草来源的细菌进行的详细描述工作可以说是卓越非凡的。通过绘图，他对所看到的细菌进行了记录。细菌的大小是通过与沙粒或红细胞进行比较而确定的，细菌的运动也被详细描述。迅速传播的微生物或蠕虫的新知识，在当时带动了大量的显微镜观察研究，试图在有机材料或患者组织中找到纤毛虫类的生物。

3. 林奈和穆勒的细菌发现

林奈（Linné）将显微镜下看到的生物分类到“混乱”属（chaos）。穆勒（Müller）则批评这个时代的科学家未对纤毛虫类进行任何描述和分类，在他的*Animalcula infusoria fluviatilia et marina*一书中根据形态和生物学特性如运动、栖息地和聚集体的形成等对纤毛虫进行分类，将其分为 18 属，只有几个特征类型的微生物可以确定，如鞭毛虫类（Flagellata）和纤毛虫类（Ciliata）。细菌包括原生动物被划分在滴虫（Monas）和弧菌（Vibrio）类群下，他描述了 10 种滴虫和 31 种弧菌，对纤毛虫类的描述是以图形形式被记录的。对体形更大的纤毛虫类、原生动物和单细胞藻类的认识在接下来的几十年中得到了极大的提高，但对细菌的研究仍然是集中于它们的起源问题。

4. 爱伦堡的细菌发现

爱伦堡（Ehrenberg）使用一种改进的装有消色差透镜组合的显微镜，将纤毛虫类-微生物（infusoria-animalcules）作为完整生物体进行研究。出版的书稿中大部分是原生动物的描述，他所观察到的最简单的生物被分为纤毛滴虫属（*Monadina*）和弧菌属（*Vibrionia*）2 类。无尾、无眼、无唇的最简单纤毛滴虫属又被细分为圆形和杆状单胞体 2 类，描述了滴虫、细菌、弧菌、螺旋菌、螺旋体和 *Spirodiscus* 等属，但在种的特征描述方面做的则不太完善。

5. 杜雅尔丁的细菌发现

杜雅尔丁（Dujardin）对当时发现的细菌进行了细分，把它们归到弧菌科（Vibrioniens），分为杆菌属（*Bacterium*）、弧菌属（*Vibrio*）和螺旋菌属（*Spirillum*）3 个属。其中，杆菌属描述了 *Bacterium termo*、*B. catenula*、*B. punctum* 和 *B. triloculare* 4 个种；根据形状和运动方式可以将弧菌如 *Vibrio lineola*、*V. rugula*、*V. serpens* 和 *V. bacillus* 区别于螺旋菌如 *Spirillum undula*、*S. volutans* 和 *S. plicatile*。然而，运用现代的分类学特征很难鉴定到他所描述的微生物。

6. 珀特的细菌发现

珀特（Perty）的工作没有改善细菌分类系统，而将表型特征与发展阶段混为一谈。他将所谓的动植物（animal-plants）或 Phytozoidia 细分成 Filigera、Sporozoidia 和 Lampozoidia，并将 Lampozoidia 进一步细分成弧菌（Vibrionida）、螺旋菌（Spirillina）和细菌（Bacterina）。其中，螺旋菌记载了 *Spirochaeta plicatilis*、*Spirillum volutans*、*Spirillum undula* 和 *Spirillum rufum* 4 个种；而且将细菌（Bacterina）进一步细分为弧菌（Vibrio）、杆菌（Bacterium）、Metallacter 和 Sporonema。

五、生物分类学的发展

1. 林奈的生物分类系统

17 世纪和 18 世纪的比较解剖学研究开创了一个对生物形状、结构和组织全面认识

的新时代。了解生物界极大的生物多样性、整理生命丰富度的纯粹的实用需要和研究大自然完美和谐及其多样性的欲望，在当时已成为研究分类学的三大动机。在林奈的时代，分类学研究具有巨大的声望，并且主宰着当时所有其他生物学研究领域。林奈和他同时代的人认为属和更高的分类阶元是神的创造，因此他的分类学代表了自然系统。这个分类学是基于基本性质和源于神创论的思维，缺乏一个进化论（本质论）思想。向下逻辑划分的原则是基于生物的同源性，使用二分法将生物由高级分类阶元到低级分类阶元进行划分。尽管他的分类系统是一个纯粹的描述性的工作，但这是一个丰富的信息来源。林奈不仅提出了二元命名法，他也通过添加栖息地的信息对物种描述进行了补充。

他的著作中对分类特征的选择影响着起源于 17 世纪和 18 世纪的完全不同的分类学系统。即使在同一个系统中，分类特征的类型也发生了改变，如从果实到营养生长或从形态到生理特性。在当时就以下几个问题进行了讨论：分类时是仅仅采用单个关键特征还是采用多个特征；除了形态特征外，能否采用其他的特征（如生理或生态特性）来进行分类；是否要对这些特征进行权重。对世界不同地方的活生物的不断完善和扩展的认识，以及哲学思维的革命，使得本质论的向下分类法不再适合于分类学；同时，基于实用性的考量也驱动了实证主义研究群体接受向上分类法，并采用多个分类特征。向上分类法首先对种进行描述，然后把相似的种聚集到群，最后将这些群归类到更高等级的分类阶元。早在 1772 年，亚当森（Adanson）提出了使用多个特征进行分类，他认识到不同的特征有不同的分类学意义。

2. 达尔文的生物分类系统

作为进化分类学的创始人，达尔文（Darwin）在 19 世纪给分类学研究带来了革命性进展。达尔文解释了为什么物种的群之间彼此相关，在《物种起源》第十三章阐述了分类学理论。他的共同祖先理论对生物体之间的相似程度为什么不同给出了多个解释，并对进化上的等级性和自然分类系统中分类阶元的同质性给出了一个合理解释。达尔文也讨论了自然分类体系的方法和难度。他强调真正的分类系统必须考虑谱系，因此对所有特征的分类价值进行权重分析，必须将由起源产生的同源性和由趋同产生的同源性进行区分。然而，达尔文进化论思想对分类的方法只有较小的影响，向上分类法在达尔文之前研究就被采用了。在 19 世纪，由于有性生殖，以及真菌、低等藻类和原生动物发育过程的发现，微生物的分类（特别是较高分类阶元）得到了很大的发展。在更早的时期，经常把生命周期的不同阶段或游动孢子描述为不同的物种或解释为同质多形。这个时期，子囊和担子，以及它们作为厚胞囊的功能的发现，对于子囊菌和担子菌的分类起到了决定性的作用。

六、细菌分类学的起源

1. 早期的细菌分类学

从列文虎克早期的观察，人们已经知道了细菌。后来，有大量的研究工作陆续发表，当时细菌被描述为引起传染病、活的触染物、丁酸发酵的发酵者的“小动物”或“纤毛虫类”。不幸的是，没有科学家仔细分离特定的微生物，并在它们的生长环境中来研究它们。

只要在显微镜下观察到细菌体就将其描述为一个新物种，而不考虑以前有没有发表过这种细菌。爱伦堡（Ehrenberg）和杜雅尔丁（Dujardin）的工作是一个例外，但他们对物种的描述也不充分。细菌的起源问题及单个不同的种的起源问题到1850年时还是没有解决。

2. 基于共同起源的细菌分类学

科恩（Cohn）强调在细菌系统分类学领域，人们必须从零开始。他的分类学研究源自对单细胞藻类、低等真菌、原生动物和细菌的卓越认知。他注意到即使使用观察细菌能力最强的带油镜的显微镜也无法分辨细菌的细胞组织和其他结构的细节，只有少数特征可用于分类，而且，还不知道这些特征是否具有稳定性，是否与物种特异性发展阶段关联，是否会由于环境条件的变化而引起变异。同时，细菌的有性繁殖当时仍处于未知状态。

通过固体培养基和富集培养基的培养，单细胞菌落分离和纯化培养技术慢慢发展起来。霍夫曼（Hoffmann）发现在含淀粉的食品上会长出一些着色细菌。科恩的同事施罗特（Schroeter）将生长在煮熟的马铃薯片上的着色细菌菌落转移到另一片固体食物上，从而从无色细菌中分离着色细菌。德巴利（de Bary）和布雷菲尔德（Brefeld）的实验室通过在固体培养基上播种单个孢子而获得真菌的单菌落。科学家迅速熟悉了在固体培养基上培养细菌的方法，科恩和科赫的实验室大约在1875年就开始使用这一培养技术。科赫（Koch）在1877年发明了在凝固的明胶上画线分离细菌单菌落的方法，他和埃斯马赫（Esmarch）开始使用明胶平板培养基。弗兰克兰（Frankland）和佩特里（Petri）开发了一个小型实用的培养箱即培养皿，保证培养物免受空气污染。以琼脂作为固化剂大大促进了细菌的分离和培养，因为琼脂对大部分细菌是惰性的，同时在37℃温度下保持固体状态，而大多数致病性细菌培养的温度在37℃。

科恩注意到，因为细菌的有性生殖阶段未知，细菌的种和属与高等生物的含义不同。细菌的分类必须开始于模式属和模式种的描述。这些物种在生长发育、化学特性和起源方面是否彼此相关，有待于新的化学方法的出现来加以解决。从一开始研究，科恩确信细菌界的物种具有固有的遗传特性。他捍卫这一概念，与比尔罗特（Billroth）及许多其他同时代的人发生了观点争议，他们认为所有球形细菌或杆状细菌，每种都起源于一种植物，形成唯一的生命形式，可以适应不同的环境条件和相应改变其形态，具有多态性，包括微型、中间型、巨型的球菌和杆菌。

除了螺旋菌和螺旋体没有被考虑外，比尔罗特（Billroth）合并了科恩提出的所有属，归为一个多态性种 *Coccobacteria septica*。李斯特（Lister）则认为细菌来自于真菌的分生孢子，而且在不同的培养基上培养时细菌会改变其形态。从他的实验描述可以看出，他显然是将不同微生物的混合物转移到新培养基上，而且特定的微生物在生长过程中分别被选择。在这段时间里，几位病理学家描述了在不同病变组织中的微生物，但是他们没有分离和描述细菌，尽管他们推测这些微生物引起疾病，但是没有开展相关实验来鉴定这些微生物及研究它们对人体的影响。

3. 基于生物学的细菌分类学

大约在20年间，科恩和同事研究了细菌的许多独特的特点，如细菌细胞学特性、运动特性、在矿物培养基中使用不同的单一碳源或复杂培养基的生长状况、色素的产生、

芽胞的形成与萌发等。他们还检测了细菌的鞭毛和群体游动现象，使鞭毛功能得到正确解释。基于这些实验研究和受到达尔文的物种起源进化理论的影响，科恩提出了一种新的细菌分类的概念。细菌被定义为具有一定形状的不着色的细胞，通过横分裂进行繁殖，以单细胞、丝状细胞链或细胞团的形式生活。细菌细胞包含一个细胞膜，有时还有折光颗粒。细菌在分类地位上形成一个独立的微生物界，它们可以通过可遗传的特征进行辨别，而且依据可以传给后代的典型特征将细菌划分为不同的种。科恩认为在同一细菌种内会产生一些变异体，这些变异体能将它们的新特性传给下一代。他确信细菌在分类地位上与藻类相关，属于植物界，认为细菌与蓝藻类（Phycochromaceae）的亲缘关系最近，蓝藻类也被称为蓝藻纲（Myxophyceae）、裂殖藻纲（Schizophyceae）或蓝藻纲（Cyanophyceae），现在它们被命名为蓝细菌（cyanobacteria），而裂殖藻纲（Schizomyceae）和细菌 Schizomyceae 合并形成裂殖菌门（Schizophyta）。

无色的贝日阿托菌属（*Beggiatoa*）与含有叶绿素和藻青素的颤藻属（*Oscillatoria*）的关系可以作为细菌和裂殖藻纲之间密切关系的一个例子。这两个属具有相同的细胞形状、组织结构和运动类型，这种运动是向前和向后滑动、围绕纵轴旋转和毛状体弯曲的组合形式。色球藻菌科（Chroococcaceae）与微球菌和杆菌相近，同样 *Merismopedia*（片状藻菌属）和 *Sarcina*（八叠球菌属）相近，*Spirulina*（螺旋藻属）和 *Spirillum*（螺旋菌属）相近。细菌（bacteria）、蓝藻（phycochromaceen）、红藻（red algae）和地衣（lichen）之间的亲缘关系则主要通过叶绿素、藻青素和藻红蛋白，以及细胞分裂、运动和繁殖类型等特征进行推导。科恩认为蓝藻（Phycochromaceae）是早期地球的定居者，因为它们能够生长在极端的栖息地，用简单方法繁殖，而且形成了化石记录。真菌被认为是一群与细菌和蓝藻无关的微生物。

4. 基于形态学的细菌分类学

根据细菌细胞形状，科恩将细菌分为 4 个类型：①球状细菌（Sphaerobacteria），球形，包括微球菌属（*Micrococcus*）；②细杆菌（Microbacteria），杆状，包括杆菌属（*Bacterium*）；③丝状细菌（Desmobacteria），包括芽胞杆菌属（*Bacillus*）和弧菌属（*Vibrio*）；④螺旋杆菌（Spirobacteria），螺旋状，包括螺旋菌属（*Spirillum*）和螺旋体属（*Spirochaeta*）。微球菌基于特征色原体（色素）、酶原（发酵）和传染性（病原体）可分为 3 个类型。泰尔默杆菌（*Bacterium termo*）是引起腐败的原因，侵染和腐败是识别微生物的重要特征。在描述螺旋状细菌时，科恩沿用了爱伦堡的命名，包括 *Spirochaeta plicatilis*、*Spirillum volutans*、*Spirillum tenue* 和 *Spirillum undula*。他使用含不同碳源和合成培养基或复合培养基来培养细菌；通过观察其后代是否稳定来判断遗传特性（如色素形成）；采用简单的色谱、光谱和化学方法对细菌色素进行分析，并根据水溶性或不溶性及其颜色对细菌色素加以区分。科恩还观察到八叠球菌属的细胞分裂会出现 3 个垂直面。尽管具有很强的科学性，但科恩的细菌分类原则在当时并没有被普遍接受。威甘德（Wiegand）、温特尼茨（Winternitz）和其他人仍然相信细菌起源于腐烂的植物和动物组织或自然发生。

5. 基于传染病学的细菌分类学

哈雷（Hallier）支持感染性疾病的细菌理论，但他相信从病原材料上分离的微球菌

（micrococci）会转化为真菌。德巴利（de Bary）强烈地反驳哈雷的真菌理论，因他的实验是错误的。哈雷认为在他的培养装置内观察到的不同生物体的演替是同一生物的不同生长阶段，认为是遗传延续。比尔罗特（Billroth）、李斯特（Lister）、内格利（Nägeli）和其他同时代的人则认为物种之间的形态和生理差异是营养和其他生长条件引起的。病理学家克雷伯（Klebs）支持细菌可以分为不同种类的假设；也支持感染性疾病的细菌理论；除了微球菌和杆菌，他还提议划分出微螺旋菌（microsporines）和单胞菌（monadines）。兰基斯特（Lankester）观察到紫色细菌会在腐烂有机物质中得到富集，并命名了细菌视紫红质（bacteriopurpurin）及冬凌草杆菌（*Bacterium rubescens*），认为所有含有视紫红质色素但形状不同的细菌，是同一生物体的不同生长阶段。科恩（Cohn）、爱伦堡（Ehrenberg）、恩格尔曼（Engelmann）、瓦明（Warming）、维诺格拉德斯基（Winogradsky）和佐普夫（Zopf）通过形态学、色素沉着、生理学、细胞内含物观察，描述了许多种类的紫色细菌（purple bacteria）（这个名字是恩格尔曼设立的）。

6. 基于物种概念的细菌分类学

科恩的一个重要成就是关于物种概念，它建立在这个假设的基础上：不同的种特异性的群体一般具有一些可以将它们与其他种类区别开来的可遗传的特征。一旦细菌的纯培养物被分离，这一概念迅速得到稳固，这些种一般具有稳定的特征性标志，包括致病性，如炭疽芽胞杆菌（*Bacillus anthracis*），或硝化作用，如亚硝化单胞菌属（*Nitrosomonas*）。细菌研究方法的进展和细菌生理生化知识的增加不仅促进了新物种的鉴定，而且加速了将物种聚集到更高分类阶元的过程。细菌作为一个独立的具有不同的可遗传特征的微生物群体的概念，以及它们与裂殖藻纲（蓝藻）的关系被斯塔尼尔（Stanier）和范尼尔（van Niel）确定和扩展，他们还提出了不同于真核细胞生物体的原核细胞生物体。这一概念很快被科学界所接受，而且由于古菌的发现而得到进一步的扩展，古菌是不同于真细菌和蓝细菌的独立的原核生物。然而，细菌物种的概念仍处于开放讨论状态。因为原核生物没有像高等生物那样的有性生殖阶段，高等生物的种被定义为具有生殖隔离的自然群体，而一个细菌的物种被认为是“一个具有许多共同的特点且明显区别于其他菌株的菌株集合体”。

第二节　芽胞杆菌分类学的起源与发展

一、芽胞杆菌分类学的起源

1. 爱伦堡的发现

芽胞杆菌属的研究具有很长的历史，在微生物学研究中占有重要的地位。爱伦堡（Ehrenberg，1835）命名和描述了 *Vibrio subtilis* 作为浸液微生物（Infusoria）（纤毛虫）的一个种，*Vibrio subtilis* 即现在的 *Bacillus subtilis*，并将 *Bacillus anthracis* 和 *Bacillus ulna* 两个种都归到这个属中。虽然他的描述没有被接受，但是他的模式种的命名原则保留了下来。

2. 迪瓦恩和巴斯德的发现

迪瓦恩（Davaine）等在显微镜下观察炭疽病致死的动物血液中的寄生虫时发现，炭

疽病是可以从死亡的动物血液中相互传染的，将这种具有传染特征的细菌的属名定义为 *Bacteridium*。巴斯德在研究蚕病时，在因蚕软腐病（flacherie）死亡的昆虫中，明显地观察到内生孢子（芽胞），发现了产芽胞的细菌，可是巴斯德没有把蚕软腐病与芽胞联系在一起。直到科恩提出芽胞杆菌属（*Bacillus*）以后，其分类地位才固定下来。

3. 科恩的发现

科恩（Cohn）是德国著名的微生物学家，芽胞杆菌属是他于 1872 年在布雷斯劳（Breslau）大学植物生理研究所时提出的，他在出版的研究著作《细菌研究》（*Untersuchungen uber bakterien*）中，提出把细菌分为四类（tribes），这个新属被分配到第三类（Tribe III）中，并且定义为细胞长形，或者丝状，但是不弯曲。科恩描述了芽胞杆菌属模式种，枯草芽胞杆菌（*Bacillus subtilis*）的芽胞，证明了芽胞的抗热性。

4. 科赫的发现

科赫提出了炭疽芽胞杆菌的细胞生长周期，发现了有芽胞的细菌的生长首先从营养细胞到抗热芽胞，再从抗热芽胞到细胞的生长循环周期。

二、芽胞杆菌分类奠基人——费迪南德•朱利叶斯•科恩

1. 科恩的出生

费迪南德•朱利叶斯•科恩（Ferdinand Julius Cohn）（1828 年 1 月 24 日至 1898 年 6 月 25 日）（图 1-1）是德国生物学家。他是现代细菌学和微生物学的创始人之一。科恩出生在犹太裔集居的布雷斯劳市，普鲁士西里西亚省（目前波兰的弗罗茨瓦夫）。他的父亲（Issak Cohn）是个成功的商人和制造商。10 岁的费迪南德由于不明原因导致听力障碍。



图 1-1　费迪南德•朱利叶斯•科恩

2. 学习植物学

16 岁时他在布雷斯劳大学师从 Heinrich Goeppert 教授开始学习植物学。由于科恩的

犹太背景被阻止在布雷斯劳进行学位考试，然后他转到柏林大学。在 1847 年，他 19 岁时在柏林大学获得了植物学学位。之后他继续在柏林学习植物学两年，此时，他接触到当时的许多顶级科学家。

3. 从事植物学研究

1849 年他回到布雷斯劳，一直在那作为大学教师和研究人员。在他最初回到布雷斯劳时，他才二十出头，他父亲为他买了一台庞大而昂贵的由普罗素（Plossl）制造的显微镜，这个显微镜在当时的布雷斯劳大学和大多数大学都没有，它是斐迪南德•科恩的主要研究工具。在 19 世纪 50 年代，他研究了植物细胞的生长和分裂。1855 年，他发表了关于环藻（*Sphaeroplea annulina*）有性生殖阶段的论文，以及后来的球团藻（*Volvox globator*）的论文。19 世纪 60 年代，他从不同方面研究了植物生理学。

4. 从事细菌研究

从 1870 年开始，他主要研究细菌。在他的有生之年发表了 150 份研究报告。布雷斯劳大学因他成为一个极具创新性的植物生理学和微生物学中心。科恩是第一个对藻类植物进行分类的科学家，并定义如何区分藻类和绿色植物。他将细菌基于形状（球形、短棒状、线形和螺旋形）划分成四类，今天仍在使用。除此之外，科恩首次阐述了芽胞杆菌在受到某种环境影响时可以从营养生长状态变为形成内生孢子状态，正因为这一成果，1885 年他获得了列文虎克勋章。

三、芽胞杆菌的特征描述

1. 芽胞作为特征描述

科恩（Cohn）在他 1872 年和 1875 年提出的细菌检索表中，没有使用芽胞形成作为鉴定指标。可见在早期的细菌分类学中，芽胞的形成仅仅作为属的分类特征，而并不是作为分类检索的依据。在 20 世纪早期的检索表中开始使用芽胞形成来描述这个属。

2. 好氧作为特征描述

1907 年弗留盖（Flugge）第一个提出使用好氧生长对芽胞杆菌属（*Bacillus*）进行分类，检索表中使用好氧生长作为指标。早期的分类学家把杆状的细菌均归结为芽胞杆菌属，从而导致了这个属含有大量的种类。虽然在 Topley 和 Wilson 的著作《细菌学和免疫学原理》（*Principles of Bacteriology and Immunity*）中，把这个属定义为好氧的、含有芽胞的杆菌、通常革兰氏染色阳性，但是当时在这个属中有 200 多个种，直到今天仍然有很多微生物学家认为这个属存在着巨大的多样性，是可以再细分的。

3. 芽胞杆菌属的鉴别

1923 年出版了《伯杰氏鉴定细菌学手册》第一版，第一次系统地描述了芽胞杆菌及其分类学特征，明确了芽胞杆菌所在的科、属和种等分类学地位。芽胞杆菌科（Bacillaceae）细菌呈杆状，产生芽胞，形成长链和假根状菌体，通常革兰氏染色阳性。鞭毛，如果存

在，则为周生鞭毛。通常可以通过活性酶的作用分解蛋白质。好氧生长，大部分腐生，一般能液化明胶。1923 年、1925 年、1930 年、1934 年、1939 年分别出版了《伯杰氏鉴定细菌学手册》的第一、二、三、四、五版，在这些版本中，芽胞杆菌始终是只有一个属，对芽胞杆菌的描述和科、属的定义没有太大的改变。从第六版开始（1948 年），芽胞杆菌有了近缘属的分化。

第二章　芽胞杆菌分类学方法

第一节　芽胞杆菌分类学文献

一、细菌分类学三个里程碑

1. 伯杰氏鉴定细菌学手册的出版

在细菌分类学的研究中有三个重要的阶段，对芽胞杆菌的研究是非常重要的，第一个里程碑就是 Robert S. Breed 主持出版了《伯杰氏鉴定细菌学手册》，他在 1913～1946 年是 Cornell 大学附属纽约农业试验站（Geneva）细菌学部的主任，他承担了该手册的第一到第七版的主要工作（Gordon，1981）。

2. 芽胞杆菌属分类著作的出版

第二个里程碑是 Ruth Gordon 研究 *Bacillus* 的工作，她从收集 621 个菌株开始，以后扩展到 1134 个菌株，充分研究一些菌株的变异，减少一些同物异名的种类，降低不必要的分类单元，这样使《伯杰氏鉴定细菌学手册》第五版中的 146 个种类减少到第六版中的 33 个种类，并且第七版减少到 25 个种类。在《伯杰氏鉴定细菌学手册》第八版中，种类数量有进一步的降低，并且降低到两个组，其中一个组有 22 个有效种类，是广泛接受的明显的分类学实体，另外的一个组的 26 个分类单元，并没有得到广泛认可，可见 Ruth Gordon 的研究工作和著名著作 *Genus Bacillus* 是现代 *Bacillus* 分类学的基础。

3. 细菌名称确认名录的出版

在 *Bacillus* 系统学研究中的第三个里程碑是出版了《细菌名称确认名录》[*Approved list of bacterial names*（Skerman et al.，1980）]。在这个专著中，所有认可的 *Bacillus* 的种类数量增加到 31 个，直到《伯杰氏系统细菌学手册》第一版（1986 年）合法种类的数量已经增加到 40 个，并且有另外 27 个分类单元未定。

二、伯杰氏鉴定细菌学手册

1. 芽胞杆菌单个属的伯杰氏鉴定细菌学手册

现以微生物分类领域比较著名的分类系统《伯杰氏鉴定细菌学手册》（*Bergey's Manual of Determinative bacteriology*）的不同版本中关于芽胞杆菌属的描述来看该属分类系统的发展。

第一版：1923 年出版。75 种菌，芽胞杆菌属（*Bacillus*）的描述：好氧，大多数腐生，通常能液化明胶，常链状或假根状，在产生芽胞时菌体不发生大变化。

第二版：1925 年出版。75 种菌，芽胞杆菌属的描述：好氧，大多数腐生，通常能液化明胶，常链状或假根状，在产生芽胞时菌体不发生大变化。

第三版：1930 年出版。93 种菌，芽胞杆菌属的描述：好氧，大多数腐生，通常能液化明胶，常链状或假根状，在产生芽胞时菌体不发生大变化。

第四版：1934 年出版。93 种菌，芽胞杆菌属（*Bacillus*）的描述：好氧，大多数腐生，通常能液化明胶，常链状或假根状，在产生芽胞时菌体不发生大变化。

第五版：1939 年出版。146 种菌，芽胞杆菌属的描述：杆状细胞，有时成链。好氧，不运动或靠周生鞭毛游动。芽胞，通常革兰氏反应阳性，化能异养型。

2. 芽胞杆菌多个属的伯杰氏鉴定细菌学手册

第六版：1948 年出版。芽胞杆菌属分化出多个芽胞杆菌近缘属。记述芽胞杆菌属 33 种菌，芽胞杆菌属的描述：好氧，过氧化氢酶阳性。杆状，有时成链。胞囊类似营养细胞。有时为粗糙菌落，并在肉汤中形成菌膜。

第七版：1957 年出版。芽胞杆菌属分化出多个芽胞杆菌近缘属。记述芽胞杆菌属 25 种菌，芽胞杆菌属的描述：细胞杆状，有时成链。能产生芽胞。革兰氏阳性或染色不定。有时为粗糙菌落，并在肉汤中形成菌膜。

第八版：1974 年出版。芽胞杆菌属分化出多个芽胞杆菌近缘属。记述芽胞杆菌属 22 种菌，芽胞杆菌属的描述：细胞为直的杆状，大小为（0.3～2.2）μm×（1.2～7.0）μm。大多数能够运动，鞭毛周生，能形成抗热芽胞，胞囊中仅有一个芽胞，暴露于空气中不会阻碍芽胞的形成。革兰氏阳性或仅在生命早期革兰氏阳性。化能异养，能利用各种基质。氧化型或发酵型代谢，氧化型代谢的末端电子受体是分子氧，有的种以 NO_3^- 代替作为电子受体。大多数产过氧化氢酶。严格好氧或兼性厌氧。DNA 的 G+C mol%为 32%～62%。

第九版：1994 年将《伯杰氏系统细菌学手册》前四卷中有关属以上分类单元的分类鉴定资料进行少量的修改补充后汇集成一册，仍用原来书名出版，故称为《伯杰氏鉴定细菌学手册》第九版。

三、伯杰氏系统细菌学手册（第一版）

1. 伯杰氏系统细菌学手册的出版

1984～1986 年《伯杰氏鉴定细菌学手册》（*Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*）改名为《伯杰氏系统细菌学手册》（*Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*）第一版。1986 年由美国 Williams & Wilkins 出版公司出版了第一版《伯杰氏系统细菌学手册》（1984～1989 年），分四卷出版。

2. 伯杰氏系统细菌学手册的特点

该手册根据表型特征把细菌分为 4 个类别 35 群。《伯杰氏系统细菌学手册》第一版与过去的版本相比较，具有以下特点：第一，手册更名，原书名为《伯杰氏鉴定细菌学手册》更名为《伯杰氏系统细菌学手册》。第二，内容增加，《伯杰氏系统细菌学手册》第一版内容增加，范围扩大，提高了手册的实用性，同时指出各类细菌间的关系。第三，

卷数增加，《伯杰氏系统细菌学手册》分成四卷，这是考虑到能及时反映新进展和使用者的方便；第四，分类变动，细菌在生物界的地位，《伯杰氏鉴定细菌学手册》第八版时无变动，但它们的高级分类单位有很大变化，尤其是嗜盐细菌和产甲烷细菌，根据胞壁分析和 DNA 序列分析，另列疵壁菌门，古细菌纲；第五，趋近自然体系，在各级分类单位中全面应用核酸研究；在表型特征的基础上，以 DNA 序列给予决定性的判断。

3.《伯杰氏系统细菌学手册》分属依据

《伯杰氏系统细菌学手册》第一版把细菌分为不同的部分，其中第 13 部分是“芽胞形成的革兰氏阳性的杆菌和球菌”,在第二册中列出了芽胞细菌和相关属的差异(表 2-1)。在 *Bacillus* Cohn 1872，中提出：“细胞杆状，直或相近。形成芽胞，并可以抵抗很多不利条件。每个菌体产生不多于一个细胞，细胞暴露于空气中并不影响芽胞形成，革兰氏阳性或者在生长的早期阶段为阳性，或者革兰氏阴性。鞭毛周生，或端生，好氧或者兼性厌氧，氧是最终的电子受体，某些种类可以替换为其他物质。菌落形态和大小多变，在某些培养基中可以产生色素。

表 2-1　形成芽胞的属与相关属的差异

特征	形成芽胞的属						不形成芽胞的属		
	Bacillus	*Sporolactobacillus*	*Clostridium*	*Desulfotomacum*	*Sporosarcina*	*Oscillospira*	*Planococcus*	*Lactobacillus*	*Kurthia*
杆状	+	+	+	+	–	+	–	+	+
直径＞2.5 μm	–	–	–	–	–	+	–	–	–
菌丝	–	–	D	–	–	+	–	–	D
杆或丝弯曲	–	–	D	D	NA	+	NA	–	–
四叠或成团	–	–	–	–	+	–	d	–	–
芽胞	+	+	+	+	+	+	–	–	–
运动性	+	+	+	+	+	+	+	–	+
革兰氏染色阳性	+	+	+	–	+	–	+	+	+
严格好氧	D	–	–	–	+	ND	+	–	+
兼性厌氧或微好氧	D	+	–	–	–	ND	–	+	–
严格厌氧	–	–	+	+	–	+	–	–	–
同型乳酸发酵	D	+	–	–	–	ND	–	D	–
硫酸盐还原亚硫酸盐	–	–	–	+	–	ND	–	–	–
过氧化氢酶	+	–	–	–	+	ND	+	–	+
氧化酶	D	ND	–	ND	+	ND	–	–	–
葡萄糖产酸	+	+	D	–	–	ND	+	+	–
硝酸盐还原亚硝酸盐	D	–	D	ND	D	ND	–	–	–
G+C mol%	32～69	38～40	24～54	37～50	40～42	ND	39～52	32～53	36～38

注：+表示 90%以上记录为正；–表示 10%以下菌株记录为负；d 表示 11%～89%菌株为正；D 表示种的比例相差大；NA 表示不可用；ND 表示未确定

对芽胞杆菌属（*Bacillus*）的特征描述如下：细菌表现出广泛的生理多样性，如嗜冷、嗜热、嗜酸、嗜碱，并有一些菌株耐盐。大多数菌株形成过氧化氢酶，氧化酶阳性或阴

性。细菌的营养类型分为：化能有机异养型（chemoorganotroph），生长所需要的能量来自无机物氧化过程中放出的化学能；以 CO_2 或碳酸盐作为唯一或主要碳源进行生长时，利用 H_2、H_2S、Fe^{2+}、NH_3 或 NO^{2-}等无机物作为电子供体使 CO_2 还原成细胞物质。化能无机自养型（chemolithotroph），生长所需要的能量均来自有机物氧化过程中放出的化学能；生长所需要的碳源主要是一些有机化合物，如淀粉、糖类、纤维素、有机酸等。原养型（prototroph），营养缺陷型（auxotroph），大多数种类细菌的细胞壁肽聚糖属于交叉链接的（cross-linked）二氨基庚二酸（meso-diaminopimelic acid）类型，主要类异戊二烯醌（isoprenoid quinone）是含有 7 个异戊二烯（isoprene）单位（MK-7）的甲基萘醌类（menaquinone），其末端甲基分支的分枝脂肪酸（iso）和反式分枝脂肪酸（anteiso）以 12～17 个碳单位为主，还含有磷脂（phospholipid），最普通的是以磷脂酰乙醇胺（phosphatidyl ethanolamine，PE）和磷脂酰甘油（phospha tidylglycerol，PG）为主。大部分的细菌种类广泛分布于自然界中，种类的发生与自然生境异质性没有特别的关联，因为细菌具有分布广和形成芽胞抗性的机制。炭疽芽胞杆菌（*Bacillus anthracis*）是人类和动物的病原菌，而苏云金芽胞杆菌（*Bacillus thuringiensis*）、幼虫类芽胞杆菌（*Paenibacillus larvae*）、慢病类芽胞杆菌（*Paenibacillus lentimorbus*）、丽金龟子类芽胞杆菌（*Paenibacillus popilliae*）及某些球形赖氨酸芽胞杆菌（*Lysinibacillus sphaericus*）是昆虫的病原菌，某些蜡样芽胞杆菌（*Bacillus cereus*）菌株可以引起胃肠炎，也可能会成为其他生物的机会病原菌。芽胞杆菌使用 T_m 法和浮力密度法测定的 G+C mol%是 32%～69%，而模式菌种为枯草芽胞杆菌（*Bacillus subtilis* Cohn 1872）。

在《伯杰氏系统细菌学手册》不同版本中，属 *Bacillus* 内的种类数量明显不同，第一版中提出有 75 种，以后逐步增加到接近 150 个种类，而在 1986 年出版的《伯杰氏系统细菌学手册》中，Claus 和 Berkeley 首先确认了 34 个种类，以后又有效发表 6 个种类，因此有 40 个种类在《伯杰氏系统细菌学手册》中得到确认，而另外存在 26 个分类单位需要更加详细的研究或者需要增加额外的菌株，才能恢复认定为种的分类阶元。

四、伯杰氏系统细菌学手册（第二版）

1.《伯杰氏系统细菌学手册》第二版分五卷出版

2001 年出版了《伯杰氏系统细菌学手册》第二版，分五卷出版。从 2001 年开始陆续出版第二版，直到 2012 年 5 月第五卷（放线菌）的面世，《伯杰氏系统细菌学手册》第二版终于宣告完成。《伯杰氏系统细菌学手册》第二版的分类理论基础为 Woese 等（1990）提出的生命三域系统——古菌域（Archaea）、细菌域（Bacteria）和真核生物域（Eukarya），将分类学建立在 16S rRNA 基因系统发育学的基础上，内容包括古菌域和细菌域的全部分类系统。该手册收录了古菌域和细菌域中的 24 个门。

第一卷（volume 1）（2001）包含了古生菌门、深分枝菌和光合细菌（The Archaea and the deeply branching and phototrophic Bacteria），主编是 George M Garrity，其他编著者有 David R Boone 和 Richard W Castenholz，书号 ISBN0G387G98771G1。

第二卷（volume 2）（2005）包含了变形菌门［The Proteobacteria］，主编是 George M Garrity，其他编著者有 Don J Brenner，Noel R Krieg 和 James T Staley，书号

ISBN0G387G95040G0。

第三卷（volume 3）（2009）包含了厚壁菌门［The Firmicutes］，编者有 Paul De Vos，George Garrity，Dorothy Jones，Noel R Krieg，Wolfgang Ludwig，Fred A Rainey，Karl G Heinz Schleifer 和 William B Whitman，书号 ISBN0G387G95041G9。

第四卷（volume 4）（2011）包含了拟杆菌门、螺旋体门、柔膜菌门、酸杆菌门、丝状杆菌门、梭杆菌门、网球菌纲、出芽单胞菌门、黏结球形菌纲、疣微菌门、衣原体纲和浮霉状菌门［The Bacteroidetes，Spirochaetes，Tenericutes（Mollicutes），Acidobacteria，Fibrobacteres，Fusobacteria，Dictyoglomi，Gemmatimonadetes，Lentisphaerae，Verrucomicrobia，Chlamydiae and Planctomycetes］，编者有 Noel R Krieg，James T Staley，Daniel R Brown，Brian P Hedlund，Bruce J Paster，Naomi L Ward，Wolfgang Ludwig 和 William B Whitman，书号 ISBN0G387G95042G6。

第五卷（volume 5）（2012）包含了放线菌门［The Actinobacteria］，编者有 Michael Goodfellow，Peter Kämpfer，Hans G Jürgen Busse，Martha E Trujillo，Ken Gichiro Suzuki，Wolfgang Ludwig 和 William B Whitman，书号 ISBN0G387G95042G7。

2.《伯杰氏系统细菌学手册》（第二版）内容组织

第二版的《伯杰氏系统细菌学手册》（*Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*），包括五卷，共 30 章节，主要根据细菌的 rRNA、DNA 及蛋白质序列进行分类。从 1984 年第一版开始发行以来，细菌分类已取得了巨大进展，新命名的种成倍增加、新描述的属也在 170 个以上，尤其是 20 世纪 80 年代末以来，rRNA、DNA、蛋白质序列分析方法日趋实用，为细菌的系统发育积累了不少新的资料。因此已经有可能对其第一版进行新的修订。第二版分五卷出版，从已报道的资料看，它更多地依靠系统发育资料对细菌分类群的总体安排进行了较大的调整。第二版将原核生物分为 30 组，更多地采用核酸序列资料对分类群进行新的调整，这无疑是细菌系统发育分类的重大进展；但我们也应看到：在某些类群中，由于序列特征与某些重要的表型特征相矛盾，这将给主要按表型特征进行细菌鉴定带来新的困难，如何解决这些问题，有待进一步研究。

五卷内容安排：第一卷古生菌门、深分枝菌和光合细菌，包括了 1～14 组，如古生菌、蓝细菌、光合细菌和最早分支的属。第二卷变形菌门，包括了 15～19 组，如变形杆菌（属革兰氏阴性真细菌类）。第三卷厚壁菌门，包括了 20～22 组，如低 G+C 含量的革兰氏阳性细菌。第四卷拟杆菌门、螺旋体门、柔膜菌门、酸杆菌门、丝状杆菌门、梭杆菌门、网球菌纲、出芽单胞菌门、黏结球形菌纲、疣微菌门、衣原体纲和浮霉状菌门，包括了 23 组，如高 G+C 含量的革兰氏阳性细菌（放线菌类）。第五卷放线菌门，包括了 24～30 组，包括浮霉状菌、螺旋体、丝杆菌、拟杆菌和梭杆菌（属革兰氏阴性细菌类）。

3.《伯杰氏系统细菌学手册》第二版分类纲要

（1）古生菌、蓝细菌、光合细菌和最早分支的属古生菌（1～14 组）。泉古生菌门（Crenarchaeota），1 组：热变形菌、硫化叶菌和嗜压菌，热变形菌属（*Thermoproteus*）、硫化叶菌属（*Sulfolobus*）；广古生菌门（Euryarchaeota）。2 组：产甲烷菌，甲烷杆菌属（*Methanobacterium*）。3 组：盐杆菌，盐杆菌属（*Halobacterium*）、盐球菌属（*Halococcus*）。

4 组：热原体，热原体属（*Thermoplasma*）等。5 组：热球菌，古生球菌属（*Archaeoglobus*）、热球菌属（*Thermococcus*）；最早分支的属，细菌（真细菌）。6 组：产液菌和有关的细菌，产液菌属（*Aquifex*）、氢杆菌属（*Hydrogenobacter*）。7 组：热袍菌和地袍菌，热袍菌属（*Thermotoga*）、地袍菌属（*Geotoga*）、热脱硫杆菌属（*Thermodesulfobacterium*）。8 组：异常球菌，异常球菌属（*Deinococcus*）。9 组：栖热菌，栖热菌属（*Thermus*）、磁杆菌属（*Magnetobacterium*）。10 组：产金色菌，产金色菌属（*Chrisiogenes*）。11 组：绿屈挠菌和滑柱菌，绿屈挠菌属（*Chloroflexus*）、滑柱菌属（*Herpetosiphon*）。12 组：热微菌，热微菌属（*Thermomicrobium*）。13 组：原绿蓝细菌和蓝细菌，原绿蓝细菌属（*Prochloron*）、聚球蓝细菌属（*Synechococcus*）、颤蓝细菌属（*Oscillatoria*）、鱼腥蓝细菌属（*Anabaena*）、念珠蓝细菌属（*Nostoc*）、真枝蓝细菌属（*Stigonema*）等。14 组：绿菌，绿菌属（*Chlorobium*）、暗网菌属（*Pelodictyon*）。

（2）变形杆菌。细菌（15～19 组）。变形杆菌门（Proteobacteria），15 组：α 变形杆菌，红螺菌属（*Rhodospirillum*）、立克次氏体属（*Rickettsia*）、柄杆菌属（*Caulobacter*）、根瘤菌属（*Rhizobium*）、布鲁氏菌属（*Brucella*）、硝化杆菌属（*Nitrobacter*）、甲基杆菌属（*Methylobacteriun*）等。16 组：β 变形杆菌，奈瑟氏菌属（*Neisseria*）、产碱杆菌属（*Alcaligenes*）、亚硝化单胞菌属（*Nitrosomonas*）、嗜甲基菌属（*Methylophilus*）、硫杆菌属（*Thiobacillus*）、伯克霍尔德氏菌属（*Burkholderia*）等。17 组：γ 变形杆菌，着色菌属（*Chromatium*）、亮发菌属（*Leucothrix*）、军团菌属（*Legionella*）、假单胞菌属（*Pseudomonas*）、固氮菌属（*Azotobacter*）、弧菌属（*Vibrio*）、埃希氏菌属（*Escherichia*）、克雷伯氏菌属（*Klebsiella*）、变形杆菌属（*Proteus*）、沙门氏菌属（*Salmonella*）、志贺氏菌属（*Shigella*）、耶尔森氏菌属（*Yersinia*）、嗜血杆菌属（*Haemophilus*）。18 组：δ 变形杆菌，脱硫弧菌属（*Desulfovibrio*）、蛭弧菌属（*Bdellovibrio*）、黏球菌属（*Myxococcus*）、多囊菌属（*Polyangium*）。19 组：ε 变形杆菌，弯曲杆菌属（*Campylobacter*）、螺杆菌属（*Helicobacter*）。

（3）低 G+C 含量的革兰氏阳性细菌（20～22 组）。20 组：梭菌和有关的细菌，梭菌属（*Clostridium*）、消化链球菌属（*Peptostreptococcus*）、真杆菌属（*Eubacterium*）、脱硫肠状菌属（*Desulfotomaculum*）、韦荣氏菌属（*Veillonella*）等。21 组：柔膜菌，支原体属（*Mycoplasma*）、尿原体属（*Ureaplasma*）、螺原体属（*Spiroplasma*）、无胆甾原体属（*Acholeplasma*）。22 组：芽胞杆菌和乳杆菌，芽胞杆菌属（*Bacillus*）、显核菌属（*Caryophanon*）、类芽胞杆菌属（*Paenibacillus*）、高温放线菌属（*Thermoactinomyces*）、乳杆菌属（*Lactobacillus*）、链球菌属（*Streptococcus*）、肠球菌属（*Enterococcus*）、葡萄球菌属（*Staphylococcus*）、利斯特氏菌属（*Listeria*）。

（4）高 G+C 含量的革兰氏阳性细菌（23 组）。23 组：放线杆菌纲（Actinobacteria），放线菌属（*Actinomyces*）、微球菌属（*Micrococcus*）、节杆菌属（*Arthrobacter*）、棒杆菌属（*Corynebacterium*）、分枝杆菌属（*Mycobacterium*）、诺卡氏菌属（*Nocardia*）、游动放线菌属（*Actinoplanes*）、丙酸杆菌属（*Propionibacterium*）、链霉菌属（*Streptomyces*）、高温单胞菌属（*Thermomonospora*）、弗兰克氏菌属（*Frankia*）、马杜拉放线菌属（*Actinomadura*）、双歧杆菌属（*Bifidobacterium*）。

（5）浮霉状菌、螺旋体、丝杆菌、拟杆菌和梭杆菌（24～30 组）。24 组：浮霉状菌、

衣原体和有关的细菌，浮霉状菌属（*Planctomyces*）、衣原体属（*Chlamydia*）。25 组：螺旋体，螺旋体属（*Spirochaeta*）、疏螺旋体属（*Borrelia*）、密螺旋体属（*Treponema*）、小蛇菌属（*Serpulina*）、钩端螺旋体属（*Leptospira*）。26 组：丝状杆菌，丝状杆菌属（*Fibrobacter*）。27 组：拟杆菌，拟杆菌属（*Bacteriodes*）、卟啉单胞菌属（*Porphyromonas*）、普雷沃氏菌属（*Prevotella*）。28 组：黄杆菌，黄杆菌属（*Flavobacterium*）。29 组：鞘氨醇杆菌、屈挠杆菌和噬纤维菌，鞘氨醇杆菌属（*Sphingobacterium*）、屈挠杆菌属（*Flexibacter*）、噬纤维菌属（*Cytophaga*）。30 组：梭杆菌，梭杆菌属（*Fusobacterium*）。

第二节　芽胞杆菌种类命名

一、芽胞杆菌分类学名词

1. 培养物

培养物（culture）是指一定时间一定空间内微生物的细胞群或生长物。如微生物的斜面培养物、摇瓶培养物等。如果某一培养物是由单一微生物细胞繁殖产生的，就称为该微生物的纯系培养物（pure culture）。

2. 菌株

从自然界分离得到的任何一种微生物的纯系培养物都可以称为微生物的一个菌株；用实验方法（如通过诱变）所获得的某一菌株的变异型，也可以称为一个新的菌株，以便与原来的菌株相区别。菌株是微生物分类和研究工作中最基础的操作实体。由于同种或同一亚种的不同菌株之间，某些生物学特征可能存在一定差异，就某些非鉴别性特征（不是定种或界定亚种的特征）而言，不同菌株可能存在重要差别。因此在实际工作中，除了注意种名外，还要注意菌株的名称。菌株名称常用数字编号、字母、人名、地名等表示。例如，枯草杆菌 AS 1.398（*Bacillus subtilis* AS 1.398）和枯草杆菌 BF 7658（*Bacillus subtilis* BF 7658）分别代表枯草杆菌的两个菌株（AS 1.398 和 BF 7658 分别为菌株的编号），这两个菌株，前者可用于生产蛋白酶，后者则可用于生产淀粉酶。

3. 居群

居群（population），population 一词也译为群体、种群或群丛等，是指一定空间中同种个体的组合。每一个物种在自然界中的存在，都有一定的空间结构，在其分散的、不连续的居住场所或分布区域内，形成不同的群体单元，这些群体单元就称居群。

4. 型

型（form 或 type），常指亚种以下的细分，当同种或同亚种不同菌株之间的性状差异不足以分为新的亚种时，可以细分为不同的型。例如，按抗原特征的差异分为不同的血清型；按对噬菌体裂解反应的不同分为不同的噬菌型等。由于 type 一词既代表型又可代表模式，为避免混淆，现在对表示型的词作了修改，用-var 代替-type。例如，以 serovar 替代 serotype。

5. 亚种以下类群名称

亚种以下类群名称，虽然是非法定的，却是普遍使用的习惯用语，其含义相对而言较明确。在细菌分类中还常用群（group）、组（section）、系（series）等，这些类群名称用在不同场合，常常有非常不同的含义，可以是种水平上的类群，也可以代表属以上的分类单元的集合。例如，1986年《伯杰氏系统细菌学手册》（*Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*）第一版中，主要根据表型特征将全部原核生物分为33组。将假单胞菌属（*Pseudomonas*）内的90个种分为5组。因此，在阅读文献时应注意区别。下面分别介绍亚种以上等级正式分类的含义。

6. 常用型的属术语及其含义

生物型（biovar，biotype），特殊的生理生化性状；血清型（serovar，serotype），不同的抗原特征；致病型（pathovar，pathotype），对宿主致病性的差异；噬菌型（phagovar，phagotype，lysotype），对噬菌体溶解反应的差异；形态型（morphovar，morphotype），特殊的形态学特征。

二、芽胞杆菌分类学名称

1. 种

种（species）是生物分类中基本的分类单元和分类等级。作为分类单元的等级，种的地位低于属而高于亚种，这是十分明确的。种作为分类单元，它指的是"物种"，而物种概念目前还是生物学中尚未完全解决的问题。在高等生物中，物种通常被看作彼此杂交能繁殖的自然群体，这个群体与其他群体在生殖上是隔离的。在这里，"生殖隔离"被看作区分物种的标准。由于原核生物缺乏严格意义的有性杂交，尽管也有人根据能否通过转导、转化、接合等途径进行基因物质交换来定种，通常称为基因种（genospecies），但因涉及基因交换机制的各种障碍，仅根据这个标准定种存在许多问题；目前还可根据基因序列资料来分种，如把DNA杂交同源性在60%～70%及以上，或者16S rRNA序列同源性达97%以上的菌株定为一个种。这一定种标准虽有其科学性，但在微生物分类中，目前尚难以普遍采用。实际上，目前微生物分类中已经描述的种仍主要是根据各种特征（其中主要是表型特征）综合分析划分的，因此微生物的种可以看作具有高度特征同源性的菌株群，这个菌株群与其他类群的菌株有很明显的区别。正是由于微生物种的划分缺乏统一的客观的标准，分类学上已经描述的种存在着不稳定性，有的种可能会随着认识的深入、分种依据的变化而进行必要的调整。

2. 亚种

当某一个种内的不同菌株存在少数明显而稳定的变异特征或遗传性而又不足以区分成新种时，可以将这些菌株细分成两个或更多的小的分类单元——亚种（subspecies）。亚种是正式分类单元中地位最低的分类等级。变种（variety）是亚种的同义词。在《国际细菌命名法规》（1976年修订本）发表以前，变种是种的亚等级，因"变种"一词易引

起词义上的混淆，1976年后，细菌中的亚等级一律采用亚种，而不再使用变种。

3. 属

属（genus）是介于种（或亚种）与科之间的分类等级，也是生物分类中的基本分类单元。通常是把具有某些共同特征或密切相关的种归为一个高一级的分类单元，称为属。在系统分类中，任何一个已命名的种都归入于某一个属。当某一个种与其他相关属的种具有重要的区别时，也可以鉴定为只有一个种的属。就一般而言，微生物属间的差异比较明显，但属的划分也缺乏客观标准。因此，属水平上的分类也会随着分类学的发展而变化，属内所含种的数目也会由于新种的发现或种的分类地位的改变而变化。属以上等级分类单元。像属的划分一样，系统分类中，把具有某些共同特征或相关的属归为更高一级的分类单元称为科；再把科归为目，……依次类推。值得提出的是在一个完整的分类系统中，每一个已命名的种都应该归入到某一个属、科、目、纲、门、界中。实际上，许多细菌类群的科、目等级的分类学关系还不明确，所以有相当一部分细菌的属未能归入相应的科、目中。至于纲、门、界的划分，目前也主要处在积累资料的研究探讨阶段，所以细菌（原核生物）的分类迄今未能建立一个完整的分类系统，以使其在各个分类等级水平上都有明确的分类位置。

4. 分类阶元

分类单元（taxon，复数taxa）是指具体的分类群。如界，原核生物界（Procaryotae），域，细菌域（Bacteria），门，厚壁菌门（Firmicutes），纲，芽胞杆菌纲（Bacilli），目，芽胞杆菌目（Bacillales），科，芽胞杆菌科（Bacillaceae），属，芽胞杆菌属（*Bacillus* Cohn 1872），种，枯草芽胞杆菌（*Bacillus subtilis*）等都分别代表一个分类单元。和其他生物分类一样，细菌的分类单元也分为7个基本的分类等级（rank或category）或分类阶元，由上而下依次是：界、门、纲、目、科、属、种。在分类学中，若这些分类单元的等级不足以反映某些分类单元之间的差异时，也可以增加亚等级，即亚界、亚门……亚种，在细菌分类中还可以在科（或亚科）和属之间增加族和亚族等级。值得强调的是，分类单元的等级（阶元）只是分类单元水平的概括，它并不代表具体的分类单元。除上述国际公认的分类单元的等级外，在细菌分类中，还常常使用非正式的类群术语。例如，亚种以下常用培养物、菌株、菌系、居群和型等；种以上常用群、组、系等类群名称。近年来，微生物学家伍斯（Woose）还在界上使用域（domain），他把全部生物分为古菌域、细菌域和真核生物域，域下面再分界，把域作为分类单元的最高级。

根据《伯杰氏手册——原核生物界系统分类纲要》第二版（2004），以枯草芽胞杆菌为例，细菌各等级系统及分类单元的学名分别为：域（Domain），细菌域（Bacteria Haeckel1894）（Woese et al.，1990）；门（Phylum），厚壁菌门（Firmicutes Gibbons and Murray1978）；纲（Class），芽胞杆菌纲（Bacilli）；目（Order），芽胞杆菌目（Bacillales Prévot 1953）；科（Family），芽胞杆菌科（Bacillaceae Fischer 1895）；属（Genus），芽胞杆菌属（Bacillus Cohn 1872，nom. cons.）；种（Species），枯草芽胞杆菌（*Bacillus subtilis* Cohn 1872），亚种（Subspecies），枯草芽胞杆菌枯草亚种（*Bacillus subtilis* subsp. *subtilis*）。

三、芽胞杆菌学术命名

1. 俗名与学名

生物名称分两类，一类是区域性的俗名（vernacular name）；另一类是国际上统一使用的名称，即学名（scientific name）。俗名是一个国家或地区使用的普通名称，如作者把引起人结核病的细菌称为"结核杆菌"，而英语称"tubercle Bacillus"，而俄语则称"туберкулёзная палочка"。俗名的优点是在一定的区域内通俗易懂便于记忆，但俗名有局限性，尤其是不便于国际间的交流。所以，为了使生物分类单元的名称能在国际上通用，就需要制定一个各国生物学工作者共同遵守的命名法则，即国际生物命名法规，来管理生物分类单元的命名，以确保生物名称的统一性、科学性和实用性。现在分别由国际动物命名法规、国际植物命名法规和国际细菌命名法规来分别管理各类生物的命名。据报道，目前已制定适用于各类生物的统一的国际生物命名法规，新的统一的生物命名法规正在修改中，下面以细菌为例简要介绍有关微生物命名的基本常识。所有正式分类单元（包括亚种和亚种以上等级的分类单元）的学名，必须用拉丁词或其他词源经拉丁化的词名。

2. 属名

属名：属名用一个单数主格名词或当做名词用的形容词来表示，可以是阳性、阴性或中性，首字母要大写。例如，*Bacillus*（芽胞杆菌属）（阳性），拉丁词，原意为"小杆菌"，因该属菌有芽胞而译为芽胞杆菌；*Clostridium*（梭菌属）（中性），源于希腊词，原意为"纺锤状菌"；*Salmonella*（沙门氏菌属）（阴性），以美国细菌学家 D. E. Salmon 的姓氏命名。

3. 种名

种名：和其他生物一样，细菌的种名也用双名法（binomial nomenclature）命名，即种的学名由属名和种名加词两部分组合而成。第一个词为属名，首字母要大写；第二个词为种名加词，常用形容词（要与属名性别一致），也可以用人名、地名、病名或其他名词（名词用主格或所属格形式），种名加词首字母不大写。例如，*Pseudomonas aeruginosa*（铜绿色假单胞菌），其中，*Pseudomons* 是属名（假单胞菌属）（阴性）；*aeruginosa* 是种名加词，是拉丁语形容词（阴性），原意为"铜绿色的"；*Mycobacterium tuberculosis*（结核分枝杆菌），其中 *Mycobacterium* 是属名（分枝杆菌属），是希腊词源的复合词（中性），*tuberculosis* 是种名加词，是希腊词和拉丁词缀合成的名词所属格形式，意为"结核病的"；*Bacillus thuringiensis*（苏云金芽胞杆菌），其中 *thuringiensis* 是种名加词，它是德国地名 Thuringia 的拉丁语所属格形式。当泛指某一属细菌而不特指该属中任何一个种（或未定种名）时，可在属名后加单数 sp.或复数 spp.。

4. 亚种名

亚种名：亚种名为三元式组合，即由属名、种名加词和亚种名加词构成。例如，

Alcaligenes denitrificans subsp. *xylosoxydans* 为属名（产碱杆菌属）+种名加词（反硝化的）+subsp.（亚种的缩写）+亚种名加词（氧化木糖的），该亚种名可译为反硝化产碱杆菌氧化木糖亚种。

5. 亚分类阶元

属级以上分类单元的名称，亚科、科以上分类单元的名称，是用拉丁或其他词源拉丁化的阴性复数名词（或当做名词用的形容词）命名，首字母都要大写。其中细菌目、亚目、科、亚科、族和亚族等级的分类单元名称都有固定的词尾（后缀）。

6. 命名人与年代

在分类单元名称的后面还可以附上命名人的姓名和命名年号。例如，*Bacillus subtilis* Cohn 1872，这表明该菌（枯草芽胞杆菌）是由 Cohn 1872 年命名的。属、种和亚种等级的分类单元的学名在正式出版物中应用斜体字印刷，以便识别。

四、芽胞杆菌模式菌株

1. 模式菌株

如前所述，由于细菌分类单元的划分缺乏一个易于操作的统一标准，为了减少因采用不同标准界定分类单元所造成的混乱，细菌系统分类也像其他生物分类一样采用“模式概念”。即根据命名法规要求，正式命名的分类单元应指定一个命名模式（简称模式）作为该分类单元命名的依据。种和亚种指定模式菌株（type strain）；亚属和属指定模式种（type species）；属以上至目级分类单元指定模式属（type genus）。因此，当某一菌株被鉴定为一个新种或新的亚种时，该菌株就应指定为该种或该亚种的模式菌株；如果有几个菌株同时被鉴定为一个新种或亚种，则必须指定一个较有代表性的菌株作为该种或亚种的模式菌株。模式菌株应送交菌种保藏机构保藏，以备查考和索取。模式种和模式属的确定也大体如此。

2. 国际菌种保藏机构保存

在给某细菌定名，分类作记载和发表时，为了使定名准确及分类学相关准则规定，必须以纯的活菌（可繁殖）状态进行菌种的保存。相当于动植物分类中的模式标本。在进行细菌等的分类和鉴定时，生理学和生物化学特性十分重要，但若就这些性质进行试验，就必须应用许多纯分离的新细胞。因此，作为分类标准的菌种，也有必要进行纯分离，并以活菌（可以分裂）状态保存。目前最常用的保存方法是冷冻干燥法，模式菌株应由适当的菌种保存机构保存。新种发表时，必须由两家以上的国际菌种保藏机构保存，一家可以选择当地国，一家可以选择国际上的。

3. 模式菌株的丢失

在标准菌株中，对于从作过原始记载的作者实际分离或应用的菌株，通过营养繁殖获得和保存的菌株称为正标准菌株。此外，当原作者使用复数菌株，以后的研究者选择

其中之一作为最适当的菌株时，称该菌种为选定标准菌株。当原作者使用的菌株丢失，以后的研究者就新的菌株研究记载后，确认可以作为国际上原标准菌株的代替菌株时，称该菌株为新模式菌株。保存菌种时，必须留心不使菌株在保存过程中死亡或发生变异。

五、芽胞杆菌分类的相关文献

1.《伯杰氏系统细菌学手册》

20 世纪 60 年代以前，国际上不少细菌分类学家都曾对细菌进行过全面的分类，提出过一些在当代有影响的细菌分类系统。但 70 年代以后，对细菌进行全面分类的、影响最大的是《伯杰氏系统细菌学手册》。所以该书目前已成为对细菌进行分类鉴定的主要参考书。

2. 中文版细菌名称

近年来，各学科相互渗透，不断地引入新的方法，促使细菌分类学发展突飞猛进。不仅相当一批原有的老菌名在分类的隶属上已经发生变动，而且涌现出了大量的新分类单位。细菌中文译名主要来源于《细菌名称》（第二版）。该文献在 1980 年《细菌名称》版本基础上，广泛收集整理了 1970～1995 年在国内外主要杂志上发表过的、有关专著中论述过的和被细菌国际命名委员会所承认的细菌名称；全部资料集中后，译名由编辑委员会统一审定，经多次增添反复审校，修订版共收集包括蓝细菌、古细菌和放线菌在内的细菌名称 18 000 余条，其主编为：蔡妙英、卢运玉、赵玉峰。

《细菌名称双解及分类词典》，作者杨瑞馥、陶天申、方呈祥、张利平，化学工业出版社出版，ISBN：9787122091390。《细菌名称双解及分类词典》收录细菌拉丁学名逾 12 500 条，是国内外首部同时将细菌拉丁学名用英文注解、翻译成汉语并标注分类信息的词典。该词典具有以下特色：对每个词条标注音标，有利于读者掌握细菌拉丁学名的发音；对每个细菌的“属”名给出了分类关系，有助于读者了解该属细菌的分类地位；对模式种，还给出了保藏单位及其保藏号，以及相应描述的原始参考文献。本词典不仅能够查询词条，还能够作为一部细菌分类学的参考书，不仅适用于国内微生物学、生物学相关学科、医学基础、临床医学及药学等领域的研究人员查阅，还可供国际同行参考。词典附上了附录一 2009～2010 年 3 月新增细菌名称，附录二 原核生物名称及中译名（纲和目），附录三 主要菌种保藏单位名录，并列出中译名索引和种加词索引。

3. LPSN 网站

LPSN 网站：the List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature，由 Euzeby（J.P.）建立。作为一个保存微生物名称和文献的网站获得公众信赖。2000 年 1 月以来，原核生物的名字以每年 750 种的速度增加，网站提供了准确信息、名称、同义词和其他有用的信息。网站包含了原核生物按字母顺序、时间顺序排列的名字列表，种名来源，原核生物的术语和命名批注，GenBank/ EMBL / DDBJ 编号，种类的原始文献，以及同名和异名的澄清等。

4. 国际微生物学刊物

（1）［刊名］The Journal of General and Applied Microbiology。［缩写刊名］J Gen Appl Microbiol。［起止年］1955～。［出版周期］双月刊。［出版商］Microbiology Research Foundation。［出版国］日本。［语种］英文。［ISSN］0022-1260（印刷版），1349-8037（电子版）。［影响因子］2000 年：0.573；2001 年：0.512；2002 年：0.826；2003 年：0.750；2004 年：NA；2005 年：0.909；2006 年：0.766；2007 年：0.925；2008 年：0.846；2009 年：0.957；2010 年：1.000；2011 年：0.984；2012 年：0.743；2013 年：0.598。［中文简介］《普通与应用微生物学杂志》刊载普通微生物学和应用微生物学领域的研究论文和研究简报。［分类］R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）；Q93，微生物学。［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

（2）［刊名］Journal of Basic Microbiology。［缩写刊名］J Basic Microbiol。［起止年］1985～。［出版周期］双月刊。［变更情况］Continues：Zeitschrift für Allgemeine Mikrobiologie。［出版商］Wiley-VCH Verlag。［出版国］德国。［语种］英文。［ISSN］0233-111X（印刷版），1521-4028（电子版）。［影响因子］2000 年：0.613；2001 年：0.421；2002 年：0.512；2003 年：0.839；2004 年：0；2005 年：1.000；2006 年：0.722；2007 年：0.991；2008 年：1.051；2009 年：NA；2010 年：1.395；2011 年：1.266；2012 年：1.198；2013 年：1.822。［中文简介］《基础微生物学杂志》刊载原核与真核微生物学基础研究成果、论文、评论和书评。侧重微生物生理学、生物化学、细胞学、遗传学、生态学课题研究等方面。［分类］Q93，微生物学；R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）。［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

（3）［刊名］Canadian Journal of Microbiology。［缩写刊名］Can J Microbiol。［起止年］1954～。［出版周期］月刊，1967～。［出版商］NRC Research Press。［出版国］加拿大。［语种］英文，法文。［ISSN］0008-4166（印刷版），1480-3275（电子版）。［影响因子］2000 年：1.105；2001 年：1.071；2002 年：1.080；2003 年：1.094；2004 年：1.118；2005 年：1.150；2006 年：1.275；2007 年：1.286；2008 年：1.102；2009 年：NA；2010 年：1.235；2011 年：1.363；2012 年：1.199；2013 年：1.182。［中文简介］《加拿大微生物学杂志》刊载研究论文与札记。内容包括多种微生物（细菌、海藻、酵母、真菌、病毒）的超微结构、生理学、分子生物学、遗传学、生态学、传染病、免疫性和微生物的开发、应用和工业制造。［分类］Q93，微生物学；R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）。［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

（4）［刊名］Folia Microbiologica。［缩写刊名］Folia Microbiol（Praha）。［起止年］1959～。［出版周期］双月刊。［出版商］Springer，Slovak Academy Of Sciences。［出版国］捷克。［语种］英文。［ISSN］0015-5632（印刷版），1874-9356（电子版）。［影响因子］2000 年：0.752；2001 年：0.776；2002 年：0.979；2003 年：0.857；2004 年：1.034；2005 年：0.918；2006 年：0.963；2007 年：0.989；2008 年：1.172；2009 年：0.978；2010 年：0.977；2011 年：0.677；2012 年：0.791；2013 年：1.145。［中文简介］《微生物学报》刊载普通微生物学、医药微生物学、工业微生物学等方面的研究论文和简讯，用英文出版。［分类］Q93，微生物学；R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）。

［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

（5)［刊名］APMIS ：Acta Pathologica，Microbiologica，et Immunologica Scandinavica。［缩写刊名］APMIS。［起止年］1988～。［出版周期］月刊。［变更情况］Formed by the Union of：Acta Pathologica，Microbiologica，et Immunologica Scandinavica. Section A，Pathology，and：Acta Pathologica，Microbiologica，et Immunologica Scandinavica. Section B，Microbiology，and：Acta Pathologica，Microbiologica，et Immunologica Scandinavica. Section C，Immunology。［出版商］Munksgaard。［出版国］丹麦。［语种］英文。［ISSN］0903-4641（印刷版），1600-0463（电子版）。［影响因子］2000 年：1.713；2001 年：1.924；2002 年：0.968；2003 年：0.896；2004 年：1.500；2005 年：2.127；2006 年：1.875；2007 年：1.421；2008 年：1.316；2009 年：1.745；2010 年：1.944；2011 年：1.991；2012 年：2.068；2013 年：1.922。［中文简介］《斯堪的纳维亚病理学、微生物学和免疫学学报》。［分类］R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）；R392，医学免疫；R36，病理学。［英文关键词］Allergy and Immunology；Microbiology；Pathology。［中文关键词］变态反应与免疫学；微生物学；病理学。

（6）［刊名］Current Microbiology。［缩写刊名］Curr Microbiol。［起止年］1978～。［出版周期］月刊。［出版商］Springer International。［出版国］美国。［语种］英文。［ISSN］0343-8651（印刷版），1432-0991（电子版）。［影响因子］2000 年：1.029；2001 年：1.059；2002 年：1.210；2003 年：1.125；2004 年：1.075；2005 年：1.059；2006 年：1.007；2007 年：1.167；2008 年：1.330；2009 年：NA；2010 年：1.510；2011 年：1.815；2012 年：1.520；2013 年：1.359。［中文简介］《当代微生物学》刊载研究论文，内容涉及医学微生物学、普通与应用生物学及生理学、原核生物与真核生物、病毒、分类学、历史、实际问题和理论问题、方法、描述，以及实验与概念问题等。［分类］Q93，微生物学；R37，医用微生物学（病原细菌学、病原微生物学）。［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

（7）［刊名］Journal of Microbiology（Seoul，Korea)。［缩写刊名］J Microbiol。［起止年］1995～。［出版周期］双月刊。［出版商］Microbiological Society of Korea。［出版国］韩国。［语种］英文。［ISSN］1225-8873（印刷版），1976-3794（电子版）。［影响因子］2000 年：0.185；2001 年：0.544；2002 年：0.302；2003 年：0.350；2004 年和 2005 年：0.967；2006 年：1.644；2007 年：2.050；2008 年：1.385；2009 年：1.385；2010 年：1.266；2011 年：1.095；2012 年：1.276；2013 年：1.529。［中文简介］《微生物学杂志》刊载微生物学基础研究论文，包括真菌及其他单细胞真核生物。论文涉及结构与作用、生物化学、酶学、新陈代谢及其调节、分子生物学、遗传学、普通微生物学、应用微生物学、遗传工程学、病毒学、免疫学、临床生物学、微生物生态学、环境微生物学、分子系统学、食品微生物学等。［分类］Q93，微生物学；R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）。［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

（8）［刊名］Microbiology and Immunology。［缩写刊名］Microbiol Immunol。［起止年］1977～。［出版周期］月刊。［出版商］Wiley-Blackwell。［出版国］澳大利亚。［语种］英文。［ISSN］0385-5600（印刷版），1348-0421（电子版）。［影响因子］2000 年：1.070；2001 年：1.154；2002 年：1.170；2003 年：1.111；2004 年：1.440；2005 年：1.610；

2006 年：1.502；2007 年：1.295；2008 年：1.421；2009 年：1.421；2010 年：1.421；2011 年：1.421；2012 年：1.421；2013 年：1.421。［中文简介］《微生物学与免疫学》发表细菌学、免疫学与病毒学方面的研究论文和札记。［分类］R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）；R392，医学免疫学。［英文关键词］Microbiology；Allergy and Immunology。［中文关键词］微生物学；变态反应和免疫学。

（9）［刊名］Enfermedades Infecciosas y Microbiologia Clinica。［缩写刊名］Enferm Infecc Microbiol Clin。［起止年］1984～。［出版周期］10 期/年。［出版商］Elsevier España。［出版国］西班牙。［语种］西班牙文。［ISSN］0213-005X（印刷版），1578-1852（电子版）。［影响因子］2003 年：0.869；2004 年：1.045；2005 年：0.905；2006 年：1.277；2007 年：1.096；2008 年：1.432；2009 年：1.398；2010 年：1.663；2011 年：1.502；2012 年：1.497；2013 年：1.881。［分类］R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）；R51，传染病。［英文关键词］Communicable Diseases；Microbiology。［中文关键词］传染性疾病；微生物学。

（10）［刊名］International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology。［缩写刊名］Int J Syst Evol Microbiol。［起止年］2000～。［出版周期］月刊。［变更情况］Continues：International journal of systematic bacteriology。［出版商］Society for General Microbiology。［出版国］英国。［语种］英文。［ISSN］1466-5026（印刷版），1466-5034（电子版）。［影响因子］2001 年：2.004；2002 年：2.873；2003 年：3.187；2004 年：2.456；2005 年：2.744；2006 年：2.662；2007 年：2.384；2008 年：1.463；2009 年：2.113；2010 年：1.930；2011 年：2.268；2012 年：2.112；2013 年：2.798。［中文简介］《国际微生物分类进化学杂志》除发表有关细菌、酵母和酵母类有机体系统分类的研究论文外，还涉及所有微生物（包括原生生物，如原生动物和藻类）的进化与系统发育主题。［分类］R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）；Q93，微生物学。［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

（11）［刊名］The Journal of Eukaryotic Microbiology。［缩写刊名］J Eukaryot Microbiol。［起止年］1993～。［出版周期］双月刊。［变更情况］Continues：Journal of Protozoology。［出版商］Society of Protozoologists。［出版国］美国。［语种］英文。［ISSN］1066-5234（印刷版），1550-7408（电子版）。［影响因子］2000 年：1.519；2001 年：1.739；2002 年：1.444；2003 年：1.513；2004 年：1.403；2005 年：1.447；2006 年：2.288；2007 年：1.525；2008 年：1.502；2009 年：1.490；2010 年：2.350；2011 年：2.701；2012 年：2.221；2013 年：2.911。［中文简介］《真核微生物学杂志》刊载真核微生物学各方面的研究论文和报告。［分类］Q93，微生物学；R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）。［英文关键词］Microbiology；Parasitology。［中文关键词］微生物学；寄生虫学。

（12）［刊名］Comparative Immunology，Microbiology and Infectious Diseases。［缩写刊名］Comp Immunol Microbiol Infect Dis。［起止年］1978～。［出版周期］双月刊 2002～。［出版商］Elsevier Science Ltd。［出版国］英国。［语种］英文，法文。［ISSN］0147-9571（印刷版），1878-1667（电子版）。［影响因子］2000 年：0.902；2001 年：0.830；2002 年：0.844；2003 年：0.774；2004 年：1.015；2005 年：1.562；2006 年：2.000；2007 年：0.810；2008 年：1.607；2009 年：2.986；2010 年：3.605；2011 年：2.337；2012 年：

1.808；2013 年：2.107。[中文简介]《比较免疫学，微生物学与传染病》刊载基础免疫学、实验和比较免疫学、临床免疫学、免疫病理学、细菌学、病毒学、病因学、诊断与治疗学，以及人兽传染疾病的流行病学和兽疫学等方面的研究论文。[分类] R392，医学免疫学；R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）；R51，传染病。[英文关键词] Communicable Diseases；Allergy and Immunology；Microbiology；Veterinary Medicine。[中文关键词] 传染病；变态反应和免疫学；微生物学；兽医学。

（13）[刊名] Letters in Applied Microbiology。[缩写刊名] Lett Appl Microbiol。[起止年] 1985～。[出版周期] 月刊。[出版商] Blackwell Scientific Publications。[出版国] 英国。[语种] 英文。[ISSN] 0266-8254（印刷版），1472-765X（电子版）。[影响因子] 2000 年：1.154；2001 年：1.151；2002 年：1.182；2003 年：1.164；2004 年：1.461；2005 年：1.440；2006 年：1.593；2007 年：1.623；2008 年：1.679；2009 年：1.640；2010 年：1.647；2011 年：1.622；2012 年：1.629；2013 年：1.749。[中文简介]《应用微生物学快报》报道高水平的短篇论文和研究成果，涉及生物技术的研究与应用，包括应用遗传学、免疫诊断学、细胞组织培养及发酵科学等领域。[分类] Q93，微生物学；R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）。[英文关键词] Microbiology。[中文关键词] 微生物学。

（14）[刊名] Microbial Drug Resistance（Larchmont，N.Y.）。[缩写刊名] Microb Drug Resist。[起止年] 1995～。[出版周期] 季刊。[出版商] Mary Ann Liebert。[出版国] 美国。[语种] 英文。[ISSN] 1076-6294（印刷版），1931-8448（电子版）。[影响因子] 2000 年：3.263；2001 年：2.600；2002 年：2.565；2003 年：2.320；2004 年：1.807；2005 年：2.072；2006 年：1.936；2007 年：1.543；2008 年：1.800；2009 年：1.989；2010 年：1.936；2011 年：2.153；2012 年：2.364；2013 年：2.524。[中文简介]《微生物抗药性：机制、传染与疾病》。[分类] R97，药品；R45，治疗学。[英文关键词] Anti-Bacterial-Agents；Drug-Therapy；Microbiology。[中文关键词] 抗菌药；药物疗法；微生物学。

（15）[刊名] Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology。[缩写刊名] J Ind Microbiol Biotechnol。[起止年] 1996～。[出版周期] 月刊。[变更情况] Continues：Journal of Industrial Microbiology。[出版商] Springer。[出版国] 英国。[语种] 英文。[ISSN] 1367-5435（印刷版），1476-5535（电子版）。[影响因子] 2000 年：1.052；2001 年：0.902；2002 年：0.777；2003 年：1.195；2004 年：1.267；2005 年：1.273；2006 年：1.416；2007 年：1.681；2008 年：1.919；2009 年：NA；2010 年：2.461；2011 年：2.735；2012 年：2.321；2013 年：2.505。[中文简介]《工业微生物学与生物技术杂志》刊载应用微生物学与生物技术领域的研究论文、评论和快报，包括生物技术、发酵、环境微生物、生物降解、生物腐蚀、质量控制等。[分类] Q81，生物工程学（生物技术）；Q93，微生物学。[英文关键词] Biotechnology；Microbiology。[中文关键词] 生物技术；微生物学。

（16）[刊名] FEMS Immunology and Medical Microbiology。[缩写刊名] FEMS Immunol Med Microbiol。[起止年] 1993～。[出版周期] 月刊 2000～。[变更情况] Continues：FEMS Microbiology Immunology。[出版商] Elsevier Science Publishers。[出版国] 英国。[语种] 英文。[ISSN] 0928-8244（印刷版），1574-695X（电子版）。[影响因子] 2000

年：1.244；2001 年：1.561；2002 年：1.779；2003 年：1.789；2004 年：1.814；2005 年：2.371；2006 年：2.281；2007 年：1.928；2008 年：1.972；2009 年：2.335；2010 年：2.494；2011 年：2.441；2012 年：2.684；2013 年：2.554。[中文简介]《欧洲微生物学会联合会免疫学与医学微生物学》刊载微生物与宿主之间相互作用及相关免疫机理方面的研究论文。[分类]R392，医学免疫学；R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）。[英文关键词]Allergy and Immunology；Microbiology；Communicable Diseases。[中文关键词]变态反应和免疫学；微生物学；传染病学。

（17）[刊名]Archives of Microbiology。[缩写刊名]Arch Microbiol。[起止年]1974～。[出版周期]月刊。[变更情况]Continues Archiv für Mikrobiologie。[出版商]Springer-Verlag。[出版国]德国。[语种]英文。[ISSN]0302-8933（印刷版），1432-072X（电子版）。[影响因子]2000 年：2.056；2001 年：2.156；2002 年：1.903；2003 年：1.989；2004 年：2.374；2005 年：2.135；2006 年：1.820；2007 年：1.838；2008 年：1.975；2009 年：1.927；2010 年：1.754；2011 年：1.431；2012 年：1.905；2013 年：1.861。[中文简介]《微生物学文献集》刊载有关细菌和其他微生物的基础研究成果（含生态生理学、生理遗传学及生物技术）和相关简讯或简报。[分类]Q93，微生物学；R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）。[英文关键词]Microbiology。[中文关键词]微生物学。

（18）[刊名]Journal of Microbiological Methods。[缩写刊名]J Microbiol Methods。[起止年]1983～。[出版周期]月刊。[出版商]Elsevier Biomedical。[出版国]荷兰。[语种]英文。[ISSN]0167-7012（印刷版），1872-8359（电子版）。[影响因子]2000 年：1.512；2001 年：1.810；2002 年：1.749；2003 年：2.015；2004 年：2.146；2005 年：2.297；2006 年：2.442；2007 年：2.153；2008 年：2.000；2009 年：NA；2010 年：2.018；2011 年：2.086；2012 年：2.161；2013 年：2.096。[中文简介]《微生物学方法杂志》刊载微生物学研究与测定方法方面的研究论文和评论。内容涉及微生物的遗传学、生理学及新陈代谢，食品微生物学，生物技术，环境与应用生物学，工业微生物学，真菌学，原生动物学，藻类学，医学与兽医微生物学等（病毒学与免疫学除外）。[分类]R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）；Q93，微生物学。[英文关键词]Microbiology。[中文关键词]微生物学。

（19）[刊名]Molecular Oral Microbiology。[缩写刊名]Oral Microbiol Immunol。[起止年]1986～。[出版周期]双月刊。[变更情况]Continues：Oral Microbiology and Immunology 2009～。[出版商]Munksgaard。[出版国]丹麦。[语种]英文。[ISSN]0902-0055。[影响因子]2000 年：1.419；2001 年：1.081；2002 年：1.441；2003 年：1.242；2004 年：1.759；2005 年：2.210；2006 年：2.089；2007 年：1.854；2008 年：2.015；2009 年：3.767；2010 年：3.270；2011 年：3.833；2012 年：3.545；2013 年：2.433。[中文简介]《分子口腔微生物学》刊载基础理论与临床问题的研究论文和快报。内容涉及口腔感染病因学、诊断与流行病学、口腔微生物生态学、口腔微生物毒性、口腔感染中宿主的非特异性抗病因素、口腔感染免疫学等。[分类]R78，口腔科学；R392，医学免疫学；R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）。[英文关键词]Allergy and Immunology；Dentistry；Microbiology。[中文关键词]变态反应与免疫学；牙科学；微生物学。

（20）［刊名］Journal of Applied Microbiology。［缩写刊名］J Appl Microbiol。［起止年］1997～。［出版周期］月刊。［变更情况］Continues：Journal of Applied Bacteriology。［出版商］Blackwell Science。［出版国］英国。［语种］英文。［ISSN］1364-5072（印刷版）1365-2672（电子版）。［影响因子］2000 年：1.511；2001 年：1.479；2002 年：1.819；2003 年：1.743；2004 年：1.835；2005 年：2.127；2006 年：2.206；2007 年：2.501；2008 年：2.028；2009 年：NA；2010 年：2.365；2011 年：2.337；2012 年：2.196；2013 年：2.386。［中文简介］《应用微生物学杂志》附《应用微生物学快报与年刊》刊载应用细菌学，包括细菌在农业与工业和环境领域的应用方面的研究论文、评论和札记。《快报》刊载应用微生物学领域研究成果简报。［分类］Q93，微生物学；R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）。［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

（21）［刊名］Microbiological Research。［缩写刊名］Microbiol Res。［起止年］1994～。［出版周期］双月刊。［变更情况］Continues：Zentralblatt für Mikrobiologie。［出版商］G. Fischer。［出版国］德国。［语种］英文，德文。［ISSN］0944-5013（印刷版），1618-0623（电子版）。［影响因子］2000 年：0.382；2001 年：0.531；2002 年：0.549；2003 年：0.573；2004 年和 2005 年：0.862；2006 年：0.798；2007 年：1.535；2008 年：2.054；2009 年：NA；2010 年 1.958；2011 年：2.308；2012 年：1.933；2013 年：1.939。［中文简介］《微生物学研究》刊载原核微生物和真核微生物领域的研究论文与快报，侧重植物病原菌、土壤微生物学、环境微生物学、生物技术、食品工艺学的研究，兼载书评。稿件来自各国，用英文或德文发表，均附英文摘要。［分类］Q93，微生物学；R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）。［英文关键词］Microbiology；Environmental Health。［中文关键词］微生物学；环境卫生。

（22）［刊名］Research in Microbiology。［缩写刊名］Res Microbiol。［起止年］1989～。［出版周期］月刊，2002～。［变更情况］Continues：Annales de l'Institut Pasteur Microbiology。［出版商］Elsevier。［出版国］法国。［语种］英文，法文。［ISSN］0923-2508（印刷版），1769-7123（电子版）。［影响因子］2000 年：1.631；2001 年：1.568；2002 年：2.139；2003 年：2.257；2004 年：2.301；2005 年：2.426；2006 年：2.504；2007 年：2.219；2008 年：2.055；2009 年：NA；2010 年 2.405；2011 年：2.763；2012 年：2.889；2013 年：2.826。［中文简介］《微生物学研究》刊载有关基础微生物学、生理学和微生物遗传学、生态学、应用微生物学、工业微生物学、细菌学和医学真菌学等微生物学领域的研究论文。不包括病毒学和免疫学方面的内容。［分类］R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）；Q93，微生物学。［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

（23）［刊名］Diagnostic Microbiology and Infectious Disease。［缩写刊名］Diagn Microbiol Infect Dis。［起止年］1983～。［出版周期］月刊。［出版商］Elsevier Biomedical。［出版国］美国。［语种］英文。［ISSN］0732-8893（印刷版），1879-0070（电子版）。［影响因子］2000 年：1.932；2001 年：2.086；2002 年：1.691；2003 年：2.032；2004 年：2.316；2005 年：2.738；2006 年：2.553；2007 年：2.448；2008 年：2.139；2009 年：2.451；2010 年：2.426；2011 年：2.528；2012 年：2.260；2013 年：2.568。［中文简介］《诊断微生物学与传染病》刊载临床微生物学，以及传染病的诊断与治疗的研究论文、评论、病例报告和书评，涉及细菌学、免疫学、真菌学、寄生虫学和病毒学。［分类］R44，诊

断学；R51，传染病。［英文关键词］Microbiology；Communicable Diseases。［中文关键词］微生物学；传染病。

（24）［刊名］Journal of Medical Microbiology。［缩写刊名］J Med Microbiol。［起止年］1968～。［出版周期］月刊。［出版商］Society for General Microbiology。［出版国］英国。［语种］英文。［ISSN］0022-2615（印刷版），1473-5644（电子版）。［影响因子］2000 年：1.625；2001 年：1.762；2002 年：1.779；2003 年：1.987；2004 年：2.484；2005 年：2.318；2006 年：2.180；2007 年：2.091；2008 年：2.190；2009 年：NA；2010 年 2.399；2011 年：4.173；2012 年：4.537；2013 年：3.420。［中文简介］《医学微生物学杂志》刊载人体医学和兽医领域的微生物学研究，包括细菌学、原生动物学、病毒学、真菌学和免疫学、流行病等方面的论文和观察与实验报告。［分类］Q93，微生物学；R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）。［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

（25）［刊名］International Microbiology：the Official Journal of the Spanish Society for Microbiology。［缩写刊名］Int Microbiol。［起止年］1998～。［出版周期］季刊。［变更情况］Continues：Microbiología（Madrid，Spain）。［出版商］Viguera Editores。［出版国］西班牙。［语种］英文，西班牙文。［ISSN］1139-6709（印刷版），1618-1905（电子版）。［影响因子］2005 年：1.868；2006 年：2.455；2007 年：2.617；2008 年：2.197；2009 年：1.765；2010 年：1.643；2011 年：0；2012 年：2.576。［中文简介］《国际微生物学》。［分类］Q93，微生物学；R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）。［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

（26）［刊名］Medical Microbiology and Immunology。［缩写刊名］Med Microbiol Immunol。［起止年］1971～。［出版周期］季刊。［变更情况］Continues Zeitschrift für medizinische Mikrobiologie und Immunologie。［出版商］Springer-Verlag。［出版国］德国。［语种］英文。［ISSN］0300-8584（印刷版），1432-1831（电子版）。［影响因子］2000 年：1.672；2001 年：1.673；2002 年：1.446；2003 年：1.302；2004 年：1.455；2005 年：2.185；2006 年：1.793；2007 年：1.537；2008 年：2.222；2009 年：3.767；2010 年：3.270；2011 年：3.833；2012 年：3.545；2013 年：2.433。［中文简介］《医学微生物学和免疫学》刊载医学微生物学、医学免疫学方面的论文，侧重医学病毒学、细菌学和微生物致病机理的研究。［分类］R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）；R392，医学免疫学。［英文关键词］Allergy and Immunology；Microbiology。［中文关键词］变态反应和免疫学；微生物学。

（27）［刊名］Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology。［缩写刊名］J Mol Microbiol Biotechnol。［起止年］1999～。［出版周期］8 期/年。［出版商］Karger。［出版国］瑞士。［语种］英文。［ISSN］1464-1801（印刷版），1660-2412（电子版）。［影响因子］2002 年：2.438；2003 年：2.926；2004 年和 2005 年：1.928；2006 年：2.058；2007 年：2.588；2008 年：2.286；2009 年：NA；2010 年：2.648；2011 年：1.953；2012 年：1.679；2013 年：1.487。［中文简介］《分子微生物学与生物技术杂志》发表分子微生物学与生物技术领域的原始研究论文及评论。［分类］Q93，微生物学；Q81，生物工程学（生物技术）。［英文关键词］Biotechnology；Microbiology；Molecular Biology。［中文关

键词］生物技术；微生物学；分子生物学。

（28）［刊名］Microbial Pathogenesis。［缩写刊名］Microb Pathog。［起止年］1986～。［出版周期］月刊。［出版商］Academic Press。［出版国］英国。［语种］英文。［ISSN］0882-4010（印刷版），1096-1208（电子版）。［影响因子］2000 年：2.144；2001 年：2.061；2002 年：1.895；2003 年：1.708；2004 年：2.047；2005 年：2.303；2006 年：2.258；2007 年：2.064；2008 年：2.289；2009 年：NA；2010 年 2.000；2011 年：1.938；2012 年：1.974；2013 年：2.000。［中文简介］《微生物病原学》发表人和动物传染病细胞与分子生物学方面的原始论文、评论和札记，涉及病原学、毒性因素、寄生感染与抵抗、免疫机理学、遗传学、病原体、原核膜机体、原生动物等。［分类］R37，医学微生物学（病原细菌学、病原微生物学）；R51，传染病。［英文关键词］Communicable Diseases；Microbiology。［中文关键词］传染病；微生物学。

（29）［刊名］Enzyme and Microbial Technology。［缩写刊名］Enzyme Microb Technol。［起止年］1979～。［出版周期］月刊 2002～。［出版商］Elsevier。［出版国］美国。［语种］英文。［ISSN］0141-0229（印刷版），1879-0909（电子版）。［影响因子］2000 年：1.411；2001 年：1.506；2002 年：1.773；2003 年：1.501；2004 年：1.759；2005 年：1.705；2006 年：1.897；2007 年：1.969；2008 年：2.375；2009 年：2.638；2010 年：2.287；2011 年：2.367；2012 年：2.592；2013 年：2.966。［中文简介］《酶与微生物技术》刊载生物技术的基础与应用方面的研究论文、评论、专利和文献摘要。报道相关的经济、规章和法律信息。［分类］Q55，酶；Q93，微生物学。［英文关键词］Biotechnology；Biochemistry；Microbiology。［中文关键词］生物技术；生物化学；微生物学。

（30）［刊名］Systematic and Applied Microbiology。［缩写刊名］Syst Appl Microbiol。［起止年］1983～。［出版周期］双月刊。［出版商］Elsevier。［出版国］德国。［语种］英文。［ISSN］0723-2020（印刷版），1618-0984（电子版）。［影响因子］2003 年：1.914；2004 年：1.933；2005 年：2.293；2006 年：2.037；2007 年：2.514；2008 年：2.582；2009 年：2.643；2010 年：3.075；2011 年：3.366；2012 年：3.288；2013 年：3.310。［中文简介］《系统与应用微生物学》刊载细菌的系统进化、应用微生物方面的研究论文。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Biotechnology and Applied Microbiology；Microbiology。［中文关键词］生物技术与应用微生物学；微生物学。

（31）［刊名］Cell Host & Microbe。［缩写刊名］Cell Host Microbe。［起止年］2007～。［出版周期］月刊。［出版商］Cell Press。［出版国］美国。［语种］英文。［ISSN］1931-3128（印刷版），1934-6069（电子版）。［影响因子］2008 年：7.463；2009 年：13.021；2010 年：13.728；2011 年：13.500；2012 年：12.609；2013 年：12.194。［中文简介］《细胞宿主与微生物》刊载细菌感染、细胞、宿主寄生虫相互作用、免疫、感染、真菌病、病毒疾病方面的研究论文。［分类］医学；Q93，微生物学。［英文关键词］Medical sciences；Microbiology。［中文关键词］医学；微生物学。

（32）［刊名］Cellular Microbiology。［缩写刊名］Cell Microbiol。［起止年］1999～。［出版周期］20 期/年。［出版商］Wiley-Blackwell。［出版国］英国。［语种］英文。［ISSN］1462-5814（印刷版），1462-5822（电子版）。［影响因子］2003 年：5.336；2004 年：6.097；2005 年：6.333；2006 年：5.070；2007 年：5.293；2008 年：5.598；2009 年：5.725；2010

年：5.625；2011 年：5.458；2012 年：4.811；2013 年：4.816。［中文简介］《细胞微生物学》刊载细胞生物学、微生物学等学科方面的研究论文。［分类］细胞生物学；Q93，微生物学。［英文关键词］Cell biology；Microbiology。［中文关键词］细胞生物学；微生物学。

（33）［刊名］The ISME Journal。［缩写刊名］ISME J。［起止年］2007～。［出版周期］月刊。［出版商］Nature Pub. Group。［出版国］英国。［语种］英文。［ISSN］1751-7362（印刷版），1751-7370（电子版）。［影响因子］2008 年：5.029；2009 年：6.397；2010 年：6.153；2011 年：7.375；2012 年：8.951；2013 年：9.267。［中文简介］《ISME 杂志》刊载生态学、环境健康、环境微生物学、微生物学等学科方面的研究论文。［分类］环境科学；Q93，微生物学。［英文关键词］Environmental sciences；Ecology；Microbiology。［中文关键词］环境科学；生态学；微生物学。

（34）［刊名］Environmental Microbiology。［缩写刊名］Environ microbiol。［起止年］1999～。［出版周期］20 期/年。［出版商］Wiley-Blackwell。［出版国］英国。［语种］英文。［ISSN］1462-2912（印刷版），1462-2920（电子版）。［影响因子］2004 年：3.995；2005 年：4.559；2006 年：4.630；2007 年：0；2008 年：4.707；2009 年：4.909；2010 年：5.537；2011 年：5.843；2012 年：5.756；2013 年：6.240。［中文简介］《环境微生物学》刊载生命科学、微生物学、环境微生物学、化学科学、环境化学、环境污染化学等学科方面的研究论文。［分类］环境科学；Q93，微生物学。［英文关键词］Environmental sciences；Ecology；Microbiology。［中文关键词］环境科学；生态学；微生物学。

（35）［刊名］Molecular Microbiology。［缩写刊名］Mol microbiol。［起止年］1987～。［出版周期］半月刊。［出版商］Wiley-Blackwell。［出版国］英国。［语种］英文。［ISSN］0950-382X（印刷版），1365-2958（电子版）。［影响因子］2004 年：5.959；2005 年：6.203；2006 年：5.634；2007 年：5.462；2008 年：5.213；2009 年：5.361；2010 年：5.537；2011 年：5.843；2012 年：5.756；2013 年：6.240。［中文简介］《分子微生物学》刊载生命科学、微生物学、化学科学等学科方面的研究论文，偏重于生化与分子生物学方面。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Biochemistry and molecular biology；Microbiology。［中文关键词］生化与分子生物学；微生物学。

（36）［刊名］Microbial Cell Factories。［缩写刊名］Microb cell fact。［起止年］2001～。［出版周期］月刊。［出版商］BioMed Central。［出版国］英国。［语种］英文。［ISSN］1475-2859（电子版）。［影响因子］2008 年：3.338；2009 年：3.432；2010 年：4.544；2011 年：3.552；2012 年：3.306；2013 年：4.250。［中文简介］《微生物细胞工厂》刊载生物技术、细胞培养技术、细胞、微生物遗传学、重组蛋白等学科方面的研究论文，偏重于应用基础研究，包括微生物遗传改造、代谢调控等。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Biochemistry and molecular biology；Microbiology。［中文关键词］生化与分子生物学；微生物学。

（37）［刊名］Journal of Bacteriology。［缩写刊名］J Bacteriol。［起止年］1916～。［出版周期］半月刊。［出版商］American Society for Microbiology。［出版国］美国。［语种］英文。［ISSN］0021-9193（印刷版），1098-5530（电子版）。［影响因子］2004 年：4.146；2005 年：4.167；2006 年：3.993；2007 年：4.013；2008 年：3.636；2009 年：3.940；2010

年：3.726；2011 年：3.825；2012 年：3.194；2013 年：2.688。[中文简介]《细菌学杂志》刊载微生物学、生命科学、微生物遗传育种学、微生物生理与生物化学等学科方面的研究论文。微生物领域的老牌杂志。具有较大的影响力。审稿人十分看重结果的实验证据是否充分，要求较高。[分类]细菌学；Q93，微生物学。[英文关键词]Bacteriology；Biochemistry and molecular biology；Microbiology。[中文关键词]细菌学；生化与分子生物学；微生物学。

（38）[刊名]Journal of Clinical Microbiology。[缩写刊名]J Clin Microbiol。[起止年]1975～。[出版周期]半月刊。[出版商]American Society for Microbiology。[出版国]美国。[语种]英文。[ISSN]0095-1137（印刷版），1098-660X（电子版）。[影响因子]2004 年：3.439；2005 年：3.537；2006 年：3.445；2007 年：3.708；2008 年：3.945；2009 年：4.162；2010 年：4.220；2011 年：4.153；2012 年：4.068；2013 年：4.232。[中文简介]《临床微生物学杂志》刊载临床意义、流行病学、微生物鉴定、微生物学、监测、耐药、流感、临床微生物、传染病、感染病学等学科方面的研究论文。[分类]？医学；Q93，微生物学。[英文关键词]Medical sciences；Microbiology。[中文关键词]医学；微生物学。

（39）[刊名]Applied and Environmental Microbiology。[缩写刊名]Appl Environ Microbiol。[起止年]1976～。[出版周期]半月刊。[出版商]American Society for Microbiology。[出版国]美国。[语种]英文。[ISSN]0099-2240（印刷版），1098-5336（电子版）。[影响因子]2001 年：3.688；2002 年：3.691；2003 年：3.820；2004 年：3.810；2005 年：3.818；2006 年：3.532；2007 年：4.004；2008 年：3.801；2009 年：3.686；2010 年：3.778；2011 年：3.829；2012 年：3.678；2013 年：3.952。[中文简介]《应用与环境微生物学》刊载环境微生物、微生物学、环境科学、环境生物、微生物生态、微生物学、微生物工程、环境微生物学等学科方面的研究论文。[分类]环境科学；Q93，微生物学。[英文关键词]Environmental sciences；Ecology；Microbiology。[中文关键词]环境科学；生态学；微生物学。

（40）[刊名]FEMS Microbiology Ecology。[缩写刊名]FEMS Microbiol Ecol。[起止年]1985～。[出版周期]月刊。[出版商]Wiley-Blackwell Pub。[出版国]英国。[语种]英文。[ISSN]0168-6496（印刷版），1574-6941（电子版）。[影响因子]2004 年：2.769；2005 年：2.787；2006 年：3.157；2007 年：3.039；2008 年：3.335；2009 年：3.598；2010 年：3.456；2011 年：3.408；2012 年：3.563；2013 年：3.875。[中文简介]《FEMS 微生物生态学》刊载环境微生物、微生物学、环境科学、环境生物、微生物生态、微生物学、微生物工程、环境微生物学等学科方面的研究论文。[分类]环境科学；Q93，微生物学。[英文关键词]Environmental sciences；Ecology；Microbiology。[中文关键词]环境科学；生态学；微生物学。

（41）[刊名]FEMS Microbiology Letters。[缩写刊名]FEMS Microbiol Lett。[起止年]1977～。[出版周期]双月刊。[出版商]Wiley-Blackwell Pub.。[出版国]英国。[语种]英文。[ISSN]0378-1097（印刷版），1574-6968（电子版）。[影响因子]2004 年：1.876；2005 年：2.057；2006 年：2.068；2007 年：2.274；2008 年：2.021；2009 年：2.199；2010 年：2.040；2011 年：2.044；2012 年：2.049；2013 年：2.723。[中文简介]《FEMS

微生物学通讯》刊载医学、微生物、微生物诊断方向、微生物学、兽医微生物等学科方面的研究论文。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

（42）［刊名］International Journal of Food Microbiology。［缩写刊名］Int J Food Microbiol。［起止年］1984～。［出版周期］半月刊。［出版商］Elsevier Science Publishers。［出版国］荷兰。［语种］英文。［ISSN］0168-1605（印刷版），1879-3460（电子版）。［影响因子］2003 年：2.261；2004 年：2.490；2005 年：2.499；2006 年：2.608；2007 年：2.581；2008 年：2.753；2009 年：3.011；2010 年：3.143；2011 年：3.327；2012 年：3.425；2013 年：3.155。［中文简介］《国际食品微生物学杂志》刊载生命科学、食品科学、食品科学基础、微生物学、病原细菌与放线菌生物学、微生物、食品、风味物质等学科方面的研究论文、简讯、综述及书评。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Food safety；Microbiology。［中文关键词］食品安全；微生物学。

（43）［刊名］Applied Microbiology and Biotechnology。［缩写刊名］Appl Microbiol Biotechnol。［起止年］1984～。［出版周期］18 期/年。［出版商］Springer Verlag。［出版国］德国。［语种］英文。［ISSN］0175-7598（印刷版），1432-0614（电子版）。［影响因子］2003 年：2.034；2004 年：2.358；2005 年：2.586；2006 年：2.441；2007 年：2.475；2008 年：2.569；2009 年：2.896；2010 年：3.280；2011 年：3.425；2012 年：3.689；2013 年：3.811。［中文简介］《应用微生物学与生物技术》刊载所有与应用微生物学和生物技术相关的研究论文、简讯、综述。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Biotechnology；Microbiology。［中文关键词］生物技术；微生物学。

（44）［刊名］Veterinary Microbiology。［缩写刊名］Vet Microbiol。［起止年］1976～。［出版周期］28 期/年。［出版商］Elsevier Science。［出版国］荷兰。［语种］英文。［ISSN］0378-1135（印刷版），1873-2542（电子版）。［影响因子］2004 年：1.930；2005 年：2.175；2006 年：2.073；2007 年：2.010；2008 年：2.370；2009 年：2.874；2010 年：3.256；2011 年：3.327；2012 年：3.127；2013 年：2.726。［中文简介］《兽医微生物学》刊载抗细菌感染、微生物学、兽医、天然免疫、猪病、兽医微生物学、病毒学相关的研究论文、简讯、综述。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Veterinary medicine；Microbiology。［中文关键词］兽医学；微生物学。

（45）［刊名］Environmental Microbiology Reports。［缩写刊名］Environ Microbiol Rep。［起止年］2009～。［出版周期］双月刊。［出版商］Society for Applied Microbiology and Blackwell Pub。［出版国］美国。［语种］英文。［ISSN］1758-2229（印刷版）。［影响因子］2010 年：3.076；2011 年：3.232；2012 年：2.708；2013 年：3.264。［中文简介］《环境微生物学报告》刊载微生物学、环境科学、环境生物、微生物生态相关的研究论文、简讯、综述。这个期刊是 EM 的子刊，主要收 EM 刷下来的文章，一般认真修改都会接收。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Environmental sciences；Microbiology。［中文关键词］环境科学；微生物学。

（46）［刊名］Microbiology-SGM。［缩写刊名］Microbiol-SGM。［起止年］1994～。［出版周期］月刊。［出版商］Society for General Microbiolo。［出版国］英国。［语种］英文。［ISSN］1350-0872（印刷版）。［影响因子］2001 年：2.846；2002 年：2.897；2003

年：3.044；2004 年：2.617；2005 年：3.173；2006 年：3.139；2007 年：3.110；2008 年：2.841；2009 年：NA；2010 年：2.957；2011 年：3.061；2012 年：2.852；2013 年：2.835。［中文简介］《微生物学-SGM》刊载微生物学、微生物生理与生物化学、微生物遗传育种学相关的研究论文、简讯、综述。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

（47）［刊名］BMC Microbiology。［缩写刊名］BMC Microbiol。［起止年］2001～。［出版周期］月刊。［出版商］BioMed Central。［出版国］英国。［语种］英文。［ISSN］1471-2180（电子版）。［影响因子］2005 年：2.176；2006 年：2.896；2007 年：2.982；2008 年：2.877；2009 年：2.890；2010 年：2.960；2011 年：3.044；2012 年：3.104；2013 年：2.976。［中文简介］《BMC 微生物学》刊载微生物学、微生物生理与生物化学、微生物遗传育种学相关的研究论文、简讯、综述。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

（48）［刊名］Microbial Ecology。［缩写刊名］Microb Ecol。［起止年］1974～。［出版周期］8 期/年。［出版商］Springer-Verlag。［出版国］美国。［语种］英文。［ISSN］0095-3628（印刷版），1432-184X（电子版）。［影响因子］2005 年：2.674；2006 年：2.332；2007 年：2.558；2008 年：2.885；2009 年：3.251；2010 年：2.875；2011 年：2.912；2012 年：3.277；2013 年：3.118。［中文简介］《微生物生态学》刊载所有微生物与环境相关的研究论文、简讯、综述。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Ecology；Microbiology。［中文关键词］生态学；微生物学。

（49）［刊名］Future Microbiology。［缩写刊名］Future Microbiol。［起止年］2006～。［出版周期］20 期/年。［出版商］Future Medicine。［出版国］英国。［语种］英文。［ISSN］1746-0913（印刷版），1746-0921（电子版）。［影响因子］2007 年：0.8；2008 年：2.0；2009 年：2.9；2010 年：2.755；2011 年：3.819；2012 年：4.018；2013 年：3.819。［中文简介］《未来微生物学》刊载细菌感染、感染、真菌病、病毒疾病相关的研究论文、简讯、综述。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

（50）［刊名］Microbes and Infection。［缩写刊名］Microbes Infect。［起止年］1999～。［出版周期］15 期/年。［出版商］Elsevier。［出版国］法国。［语种］英文。［ISSN］1286-4579（印刷版），1769-714X（电子版）。［影响因子］2004 年：3.753；2005 年：3.154；2006 年：3.127；2007 年：2.523；2008 年：2.801；2009 年：2.757；2010 年：2.726；2011 年：3.101；2012 年：2.920；2013 年：2.920。［中文简介］《微生物与感染》刊载所有微生物与免疫相关的研究论文、简讯、综述。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

（51）［刊名］Microbes and Environments。［缩写刊名］Microbes Environ。［起止年］1996～。［出版周期］季刊。［出版商］Japanese Society of Microbial Ecology。［出版国］日本。［语种］英文。［ISSN］1342-6311（印刷版），1347-4405（电子版）。［影响因子］2004～2008 年：0；2009 年：0.980；2010 年：2.301；2011 年：1.906；2012 年：2.444；2013 年：2.424。［中文简介］《微生物学与环境》刊载微生物生态学、微生物学相关的研究论文、简讯、综述。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Microbial ecology；Microbiology。

［中文关键词］微生物生态学；微生物学。

（52）［刊名］Aquatic Microbial Ecology。［缩写刊名］Aquat Microb Ecol。［起止年］1995～。［出版周期］3 期/年。［出版商］INTER-RESEARCH。［出版国］德国。［语种］英文。［ISSN］0948-3055（印刷版），1616-1564（电子版）。［影响因子］2003 年：2.116；2004 年：2.255；2005 年：2.531；2006 年：2.209；2007 年：2.385；2008 年：2.190；2009 年：1.743；2010 年：2.089；2011 年：2.393；2012 年：2.037；2013 年：1.901。［中文简介］《水生微生物生态学》刊载与水生微生物相关的所有领域的研究论文。［分类］生态学；Q93，微生物学。［英文关键词］Microbial ecology；Microbiology。［中文关键词］微生物生态学；微生物学。

（53）［刊名］Geomicrobiology Journal。［缩写刊名］Geomicrobiol J。［起止年］1978～。［出版周期］双月刊。［出版商］Crane，Russak，& Co.。［出版国］美国。［语种］英文。［ISSN］0149-0451（印刷版）。［影响因子］2004 年：2.580；2005 年：2.083；2006 年：1.886；2007 年：1.655；2008 年：1.495；2009 年：1.708；2010 年：1.830；2011 年：2.017；2012 年：1.608；2013 年：1.804。［中文简介］《地球微生物学杂志》刊载与环境科学与生态学、地球科学综合相关的所有领域的研究论文。［分类］？生态学；Q93，微生物学。［英文关键词］Geosciences，multidisplinary；Microbiology。［中文关键词］地球科学综合；微生物学。

（54）［刊名］Journal of Microbiology and Biotechnology。［缩写刊名］J Microbiol Biootechnol。［起止年］1991～。［出版周期］月刊。［出版商］Korean Society for Microbiology and Biotechnology。［出版国］韩国。［语种］英文。［ISSN］1017-7825（印刷版），1738-8872（电子版）。［影响因子］2004 年：1.663；2005 年：1.744；2006 年：2.037；2007 年：2.062；2008 年：0；2009 年：0；2010 年：1.224；2011 年：1.381；2012 年：1.399；2013 年：1.320。［中文简介］《微生物学与生物技术杂志》刊载与微生物学、生物技术相关的所有领域的研究论文。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Biotechnology；Microbiology。［中文关键词］生物技术；微生物学。

（55）［刊名］World Journal of Microbiology & Biotechnology。［缩写刊名］World J Microbiol Biotechnol。［起止年］1990～。［出版周期］月刊。［出版商］Springer。［出版国］荷兰。［语种］英文。［ISSN］0959-3993（印刷版），1573-0972（电子版）。［影响因子］2004 年：0；2005 年：0.634；2006 年：0.471；2007 年：0.745；2008 年：0.945；2009 年：1.082；2010 年：1.241；2011 年：1.532；2012 年：1.262；2013 年：1.353。［中文简介］《世界微生物学与生物技术杂志》刊载与微生物学、生物技术相关的所有领域的研究论文。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Biotechnology；Microbiology。［中文关键词］生物技术；微生物学。

（56）［刊名］Microbiology。［缩写刊名］Microbiology。［起止年］1994～。［出版周期］月刊。［出版商］Society for General Microbiology。［出版国］英国。［语种］英文。［ISSN］1350-0872（印刷版），1465-2080（电子版）。［影响因子］2003 年：3.05；2004 年：3.11；2005 年：3.18；2006 年：3.14；2007 年：3.11；2008 年：2.83；2009 年：3.04；2010 年：2.96；2011 年：3.08；2012 年：2.85。［中文简介］《微生物学》刊载与微生物学相关的所有领域的研究论文。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Microbiology。

［中文关键词］微生物学。

（57）［刊名］Brazilian Journal of Microbiology。［缩写刊名］Braz J Microbiol。［起止年］1994～。［出版周期］季刊。［出版商］SOC BRASILEIRA MICROBIOLOGIA。［出版国］巴西。［语种］英文。［ISSN］1517-8382（印刷版），1678-4405（电子版）。［影响因子］2003 年：0.170；2004 年：0；2005 年：0.165；2006 年：0.213；2007 年：0.339；2008 年：0.548；2009 年：0.622；2010 年：0.632；2011 年：0.896；2012 年：0.762；2013 年：0.452。［中文简介］《巴西微生物学杂志》刊载与微生物学、食品微生物、饲料微生物相关的所有领域的研究论文。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

（58）［刊名］Antonie van Leeuwenhoek Journal of Microbiology。［缩写刊名］Anton Leeuw J Microbiol。［起止年］1934～。［出版周期］双月刊。［出版商］Springer。［出版国］荷兰。［语种］英文。［ISSN］0003-6072。［影响因子］2003 年：1.458；2004 年：2.915；2005 年：1.483；2006 年：1.964；2007 年：1.547；2008 年：1.673；2009 年：1.983；2010 年：1.673；2011 年：2.091；2012 年：2.072；2013 年：2.137。［中文简介］《安东尼范列文虎克微生物学杂志》刊载与微生物学相关的所有领域的研究论文，偏爱分类学论文。［分类］Q93，微生物学。［英文关键词］Microbiology。［中文关键词］微生物学。

六、芽胞杆菌新种发表

1. 芽胞杆菌新种鉴定方法

早在 1835 年，Ehrenberg 就发现并命名了细长精弧菌（*Vibrio subtilis*）。1872 年，德国植物学家 Cohn 建立了第一个细菌分类系统，根据细菌的形态特征命名了芽胞杆菌属（*Bacillus*），并将其重新命名为枯草芽胞杆菌（*Bacillus subtilis*）。起初芽胞杆菌属的种类很少，随着技术研究方法的改进发展，越来越多的种被发现，尤其是 20 世纪 70 年代的分子分类法和 80 年代的化学分类法的应用，种的鉴定数量增多，分类地位的确定也越来越准确。芽胞杆菌新种的鉴定主要采用多相分类法（形态表型、生理生化、分子生物学、细胞化学等）。

2. 新种名称标志

发表新名称时，应在新名称之后加上所属新分类等级的缩写词，如新目“ord. nov.”、新属“gen. nov.”、新种“sp. nov.”等。例如，*Pyrococcus furiosus* sp. nov.表明该菌（猛烈火球菌）是一个新发表的种。

3. 芽胞杆菌有效新种的确认

《国际系统与进化微生物学杂志》（*International Journal of Systematic Evolutionary and Microbiology*，IJSEM），1966 年以前该杂志被称为 *International Bulletin of Bacteriological Nomenclature and Taxonomy*，1966～1999 年改名为 *International Journal of Systematic Bacteriology*（简称 IJSB），2000 年以后改名为现在的杂志。IJSEM 是由普通微生物学会

（SGM）出版的，是国际微生物分类学界公认的一份权威性杂志，是微生物分类学领域的奠基石。IJSEM 收录了从 1951 年以来几乎所有的关于芽胞杆菌分类的论文，目前国际上认为只有被 IJSEM 收录的细菌种名才能算是合格名称。芽胞杆菌分类研究日益成为国内外研究的热点，以下主要介绍十多年各国芽胞杆菌在该杂志发表论文的情况，主要是以新种的发表论文为主，并对芽胞杆菌的分离鉴定问题发表一些观点看法。

4. 在公开刊物上发表

根据细菌命名法规的规定，有效发表新的细菌名称应在公开发行的刊物上进行，在菌种目录、会议记录、会议论文摘要上发表的均不能视为有效发表。

5. 送交 IJSEM 审查

若新名称是在《国际系统与进化微生物学杂志》（IJSEM）（即以前的《国际系统细菌学杂志》，IJSB）以外的其他杂志上发表的，要取得国际上承认和学名优先权，还必须经过新名称的合格化发表，即将有效发表的英文附本送交 IJSEM 审查，被认为合格后，在该杂志上定期公布，命名日期即从公布之日算起，否则不算合格发表，也不能取得国际上的承认。

七、芽胞杆菌新种发表实例

1. 文章题目

新种发表的文章题目一般由新种名称和来源组成，不同的学报，描述新种的文章格式不同，总的都包含题目、摘要、概述、材料与方法、结果与分析、新种描述、参考文献。有学报要求每个部分标注小标题，如学报 *Antonie Van Leeuwenhoek*，要求“Introduction，Materials and Methods，Results and Discussion，Description of *Bacillus bingmayongensis* sp. nov.，References”等小标题。IJSEM 杂志不要求小标题，采自中国兵马俑区域的兵马俑芽胞杆菌文章题目实例如下。

***Bacillus bingmayongensis* sp. nov., isolated from the pit soil of Emperor Qin’s Terra-cotta Warriors in China**

Bo Liu[1*], Guo-Hong Liu[1], Gui-Ping Hu[1, 2], Sengonca Cetin[3], Nai-Quan Lin[2], Jian-Yang Tang[1], Wei-Qi Tang[2], Ying-Zhi Lin[1]

1. Agricultural Bio-resource Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350003, PR China.
2. Fujian Agricultural and Forest University, Fuzhou, Fujian 350002, P R China.
3. Institut fuer Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz(INRES), Phytomedizin - Entomologie und Pflanzenschutz, Universitaet Bonn, Nussallee 9, D-53115 Bonn, Germany.

*Corresponding author: Bo Liu; Phone: +86 591 83793035; Fax: +86 591 83768251; E-mail: fzliubo@163.com

2. 论文摘要

新种文章论文摘要一般包含菌株编号、采集地点、生物学特性、生理生化特性、脂肪酸特性、细胞壁组成特性、基因比对（16S rRNA，*gyrB*）、DNA-DNA 杂交同源性、基因组 ANI 同源性、建议种名、保存机构的菌株编号、关键词等。采至中国兵马俑区域的兵马俑芽胞杆菌摘要例子如下。

Abstract A *Bacillus*-like isolate, strain FJAT-13831^T, isolated from the No. 1 pit soil of Emperor Qin's Terra-cotta Warriors in Xi'an City, China, was studied to determine its taxonomic status. It was Gram-positive, aerobic, endospore-forming, and exhibited catalase and oxidase activity, and produced acid from various sugars. The principal whole-cell fatty acids were iso-$C_{15:0}$, iso-$C_{17:0}$, $C_{16:0}$, iso-$C_{13:0}$, anteiso-$C_{15:0}$, and iso-$C_{17:1\ \omega 5c}$. A preliminary analysis of the 16S rRNA gene sequence confirmed the affiliation of this isolate to the genus *Bacillus*. The nearest species of this genus was *Bacillus pseudomycoides* DSM 12442^T(99.72% similarity). However, this strain could be differentiated from the most closely related *Bacillus* species by the morphology feature and several phenotypic traits. Furthermore, a locus phylogenetic analysis of the *gyrB* housekeeping gene showed isolate FJAT-13831^T to be an independent phylogenetic line. It showed its closest phylogenetic similarity of 93.8%(<95%)to *Bacillus pseudomycoides* DSM 12442^T, consistent with the results of DNA-DNA hybridization, which indicated a relatedness value of 69.1%(<70%)to *B. pseudomycoides* DSM 12442^T. This result indicated that the isolate FJAT-13831^T represents a novel species of *Bacillus*. This finding was supported by a whole genome-based phylogenetic analysis with an average nucleotide identity(ANI)value of 91.47(<95%)between isolate FJAT-13831^T and strain *B. pseudomycoides* DSM 12442^T, All of these results indicate that the isolate FJAT-13831^T represents a novel species, for which the name *Bacillus bingmayongensis* sp. nov. is proposed. The type strain is FJAT-13831^T(= CGMCC 1.12043^T = DSM 25427^T).

Keywords *Bacillus bingmayongensis*, Emperor Qin's Terra-cotta Warriors, Polyphasic taxonomy, Average nucleotide identity

3. 前言

新种文章的前言，一般对新种相关的信息进行介绍，如采集的芽胞杆菌样本特征、地理特性、功能作用、采集地其他芽胞杆菌发现的状况、研究目的等。采自中国兵马俑区域的兵马俑芽胞杆菌文章前言例子如下。

Introduction

The members of the genus *Bacillus* are rod-shaped spore-forming bacteria belonging to the Firmicutes, which are low G+C Gram-positive bacteria. The genus *Bacillus* was first described and classified by Ferdinand Cohn in 1872 and encompasses more than 60 species, showing a great genetic diversity(Priest 1993). These species are known to have various capabilities for adapting to extreme environments and can grow in a wide range of environments–at pH 2-12, at temperatures between 5 and 78℃, in salinities from 0 to 30% NaCl, and under pressures ranging from 0.1 MPa to at least 30 MPa(Takami 2007). To date, a great number of *Bacillus*-related species have been isolated from various environments, such as desert sands(Zhang et al., 2011), hot springs(Nazina et al., 2004), forest soils(Chen et al., 2011), fresh-

freshwater(Baik et al., 2010), marine sediments(Jung et al., 2011), and ancient tombs(Gatson et al., 2006). In our studies on the diversity of the microbial community in graveyard soil from the No. 1 pit soil of Emperor Qin's Terra-cotta Warriors, one representative isolate, FJAT-13831^T, was found to have typical morphology features of *Bacillus* genus(Liu et al., 2012). The aim of the present study was to establish the taxonomic status of the isolate FJAT-13831^T using phenotypic characteristics, chemotaxonomic data, phylogenetic analysis, DNA-DNA relatednesses, and average nucleotide identity(ANI)analysis.

4. 研究方法

新种文章的研究方法，一般包括了菌株分离培养、表形与生理特征、细胞化学成分、分子系统发育、DNA-DNA 杂交等。采自中国兵马俑区域的兵马俑芽胞杆菌文章研究方法例子如下。

Materials and Methods

Strains and culture conditions

The source of the isolates was from the soil taken in 2010 by Dr. Liu in the pit of Emperor Qin's Terra-cotta Warriors in Xi'an province, the northwest part of China. For the isolation of the strain, 10 gram of soil was placed into 90 ml sterile water, vortexed, diluted, then spread onto a solid medium of nutrient agar(NA)(Atlas, 1993)with 0.5% NaCl solution, and incubated at 30℃ for 48 h. The isolated strains were subcultured several times to obtain a purified culture, and were then further characterized. Reference strains, *Bacillus pseudomycoides* DSM 12442^T, *Bacillus cereus* DSM 31^T and *Bacillus mycoides* DSM 2408^T were selected as the parallel assays in the phenotypic and physiological tests, other reference strains, *Bacillus megaterium* DSM 319^T, *Bacillus aquimaris* DSM 16205^T, *Lysinibacillus fusiformis* CCUG28888^T and *Lysinibacillus sphaericus* CCUG7428^T along with the previous three reference strains was used in the following DDH experiment, 16S rRNA analysis and *gyrB* gene analysis. And these eleven strains were all obtained from DSMZ(Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen, Braunschweig, Germany). Morphological, physiological, molecular, and chemotaxonomic studies were all performed with cells grown on NA(pH 7.0)at 30℃ unless special requirements applied. All strains were routinely stored in a glycerol suspension(20%, *V*/ *V*)at –80℃.

Phenotypic and physiological characterization

The isolates and three reference strains including *Bacillus pseudomycoides* DSM 12442^T, *Bacillus cereus* DSM 31^T, *Bacillus mycoides* DSM 2408^T were used in the morphological studies with a scanning electron microscope(SEM, JSM-6380; Jeol, Japan). All the tested strains were cultivated at 30 ℃ on NA, and the cells were fixed in a 2.5% paraformaldehyde/glutaraldehyde mixture and coated with gold in a sputter coater(Polaron SC502 Siemens Simatic, Japan). A series of growth experiments for temperature tolerance(ranging from 5 to 50℃ at intervals of 5℃), pH tolerance(ranging from 4 to 10 at intervals of 1), and halotolerance(salinity from 0 to 8% NaCl)were conducted in nutrient broth(NB)as described by Atlas(Atlas 1993). Additionally, standard tests for physiological characterization were performed as described by(Gregersen 1978; Smibert and Krieg 1994; Priest et al., 1988), including Gram-staining, spore testing, indole production, Voges-Proskauer, oxidase, catalase, urease, DNase activity, nitrate reduction, hydrolysis of starch, gelatin, arginine dihydrolase, lysine

decarboxylase, ornithine decarboxylase, the utilization of Koser citrate broth, triple sugar iron, and KCN. Acid production profiles from carbohydrates were obtained with the API 50 CH system(bioMérieux)after growth in 50 CHB medium as described by Logan and Berkeley(1984).

Chemotaxonomy

The cellular fatty acid composition of the isolate and other three reference strain, *B. pseudomycoides* DSM 12442^T, *B. cereus* DSM 31^T, *B. mycoides* DSM 2408^T, were determined with gas chromatographic analysis(GC, Agilent 7890N). Cultivation of strains and extraction and analysis of fatty acids were conducted according to the standard protocol of the Microbial Identification System(Sherlock Microbial Identification System; MIDI)(Sasser 1990)Fatty acids were extracted from cells of cultures grown on TSB for 24 h at 28℃. The peaks of the profiles were determined using the TSBA50 identification library version 6.0. The analysis of peptidoglycan and respiratory quinones in the cell wall of the isolate FJAT-13831^T was performed at DSMZ in Germany by Dr. Peter Schumann.

16S rRNA gene and *gyrB* gene sequencing and phylogenetic analysis

For the phylogenetic and genetic analyses, genomic DNA was extracted using standard methods(Sambrook et al., 1989). The 16S rRNA and *gyrB* genes were PCR-amplified with the universal primer sets described by Stackebrandt and Liesack(1993)and Yamamoto and Harayama(1995), respectively, and sequenced by Beijing Genomics Institute, China. The phylogenetic relationships of the microorganisms examined in this study were determined by comparing individual 16S rRNA or *gyrB* gene sequences with sequences in the public databases using EzTaxon(http: //eztaxon-e. ezbiocloud.net/; Kim et al., 2012). Multiple alignments of sequences were performed via CLUSTAL_X(Thompson et al., 1997). The construction of phylogenetic trees by the neighbor-joining method(Saitou and Nei 1987)was performed using Mega 4 software(Tamura et al., 2004). Evolutionary distances were calculated using the Jukes-Cantor model(Jukes and Cantor 1969). Alignment gaps, primer regions for PCR amplification and unidentified base positions were not considered in the calculations. The size of the final trimmed alignments used for phylogenetic analysis based on 16S rRNA or *gyrB* gene sequences were 1441 bp and 644 bp, respectively. The topological robustness of the phylogenetic trees was evaluated with a bootstrap analysis with 1000 replications(Felsenstein 1985).

DNA-DNA hybridization

DNA for DNA base composition analysis was prepared according to the procedure of(De Ley et al., 1970). The G+C content of the DNA was determined from the midpoint value of the thermal denaturation profile obtained with a Model UV-Vis 5515 spectrophotometer(Perkin-Elmer)at 260 nm and calculated using the equation of Owen and Hill(1979). DNA-DNA hybridization studies were performed between isolate FJAT-13831T and other eleven strains. DNA: DNA relatedness values(ΔT_m)were determined using a fluorimetric method(Gonzalez and Saiz-Jimenez 2005). The optimal temperature for renaturation(Tm)was calculated using the equation Tor=0.51(%GC)+ 47.0(De Ley et al., 1970). Single- and double-stranded DNA molecules were separated with hydroxyapatite, and color development was measured at 405 nm using a Bio Whittaker Kinetic-QCL microplate reader. The values of DNA-DNA reassociation were determined in triplicate for both direct and reciprocal reactions.

Average nucleotide identify(ANI)analysis

ANI analysis was conducted by the method described in Vanlaere et al. (2009). The sequenc-

ing of the whole genome of the novel isolate FJAT-13831^{T} was accomplished(accession number AKCS0000000)(Liu et al., 2012). Six genomes of *B. cereus* strains were included in this experiment. The genomes were obtained from NCBI(Supplementary Table S1). The ANI value was calculated as described by Konstantinidis and Tiedje(2005a)to represent a robust measure of pairwise distance(Konstantinidis and Tiedje 2005b; Sorokin et al., 2006). Putative orthologous genes between two species were identified based on an alignment threshold(identity more than 30% and the alignment length more than 60% of the smallest sequence)and the BBH criterion which is a widely used method for finding orthologs. Protein sequence alignment were generated by clustalW2(Larkin et al., 2007)and poorly conserved regions were automatically trimmed using Gblocks(Talavera and Castresana 2007). Maximum-likelihood trees with 100 bootstrap replicates were obtained for a subset of 20 000 randomly selected amino acid positions from the concatenated putative orthologous genes alignment, using MEGA5(Tamura K et al., 2011)with a JTT amino acid substitution matrix(Jones et al., 1992).

Supplementary Table S1　Genomic information for strains which used in the ANI analysis

Symbol	Gene Number	GenBank ID	Name
13831	5657	AKCS0000000	*Bacillus bingmayongensis* FJAT-13831^{T}
ban	5328	NC_003997.3	*Bacillus anthracis* ATCC 14578^{T}
bce	5234	NC_004722.1	*Bacillus cereus* ATCC 14579^{T}
bmy1	5658	NZ_CM000742.1	*Bacillus mycoides* DSM 2048^{T}
bpm	5851	NZ_CM000745.1	*Bacillus pseudomycoides* DSM 12442^{T}
bth1	6243	NZ_CM000753.1	*Bacillus thuringiensis berliner* ATCC 10792^{T}
bwe	5155	NC_010184.1	*Bacillus weihenstephanensis* KBAB4^{T}

5. 结果与分析

新种文章的结果与分析，一般包括了分子系统发育、DNA 杂交、表型与生理特征、细胞化学成分等。采自中国兵马俑区域的兵马俑芽胞杆菌文章结果与分析例子如下。

Results and Discussion

Phylogenetic analysis based on 16S rRNA gene and *gyrB* gene sequence comparison

An almost-complete 16S rRNA gene sequence of strain FJAT-13831^{T}(1443 bp)was determined. The phylogenetic analysis positioned strain FJAT-13831^{T} in the *Bacillus* genus with the closely related species *B. pseudomycoides* DSM 12442^{T}(99.72% sequence similarity)(Fig. 1).

However, several reports have shown that strains with a high 16S rRNA gene sequence similarity(>99%)may not belong to the same species(Stackebrandt and Goebel 1994; Venkateswaran et al., 1999; Satomi et al., 2002, 2006; La Duc et al., 2004a). The isolate FO-36b^{T} was discovered by Satimi et al., in 2006, with 99.9% 16S rRNA gene sequence similarity with *Bacillus pumilus*. Its affiliation to the novel species *Bacillus safensis* has been determined based on its 91.2% *gyrB* sequence similarity with *B. pumilus* and other classification tests(Satomi et al., 2006). The use of housekeeping genes has been recommended as part of a polyphasic approach for the genomic circumscription of species and as a means of differentiating taxa from neighboring species(Venkateswaran et al., 1998; Satomi et al., 2002, 2003, 2004, 2006;

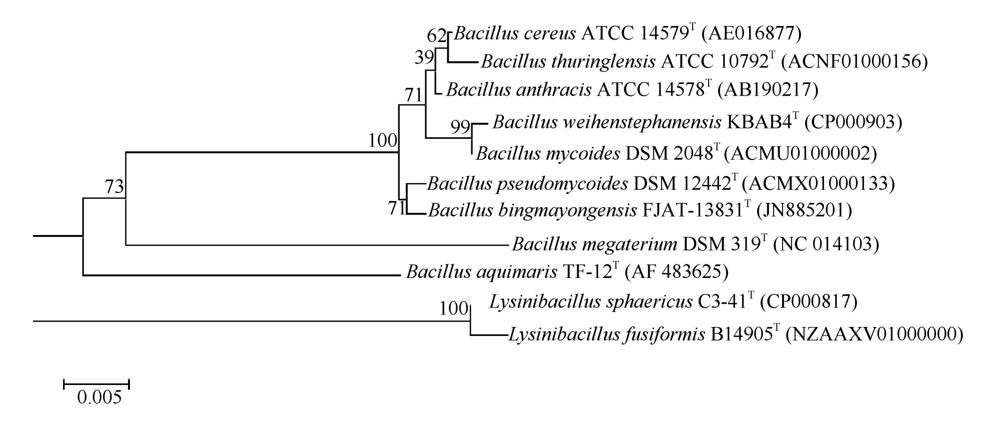


Fig. 1　Phylogenetic tree of members of the genus *Bacillus*, based on 16S rRNA gene sequences. The tree was constructed using the neighbor-joining method, and genetic distances were computed by using Jukes-Cantor model. Numbers at nodes indicate percen-tages of occurrence in 1000 bootstrapped trees. *Lysinibacillus* species was used as the out group. Accession numbers are given in parentheses. Bar, genetic distance of 0.005

La Duc et al., 2004b). This approach has been used in phylogenetic studies of the *B. anthracis–cereus–thuringiensis* group(La Duc et al., 2004a). Wang et al. (2007)used the *gyrB* gene in the taxonomic classification of *B. subtilis* and found that *gyrB* gene sequence information was more useful than that of the 16S rRNA gene because the base substitution frequency of the *gyrB* gene was much higher than that of the 16S rRNA gene. Stackebrandt and Ebers(2006)reported that bacterial strains with a difference in the *gyrB* gene sequence of more than 5% cannot be classified as the same species. We found that the closest phylogenetic similarity between isolate FJAT-13831^T and *B. pseudomycoides* DSM 12442^T was only 93.8% based on the *gyrB* gene sequence, and the isolate FJAT-13831^T was proved highly discriminative and grouped in a cluster separate from *B. pseudomycoides* DSM 12442^T based phylogenetic topology(Fig. 2). This analysis clearly delineated isolate FJAT-13831^T as a distinct species.

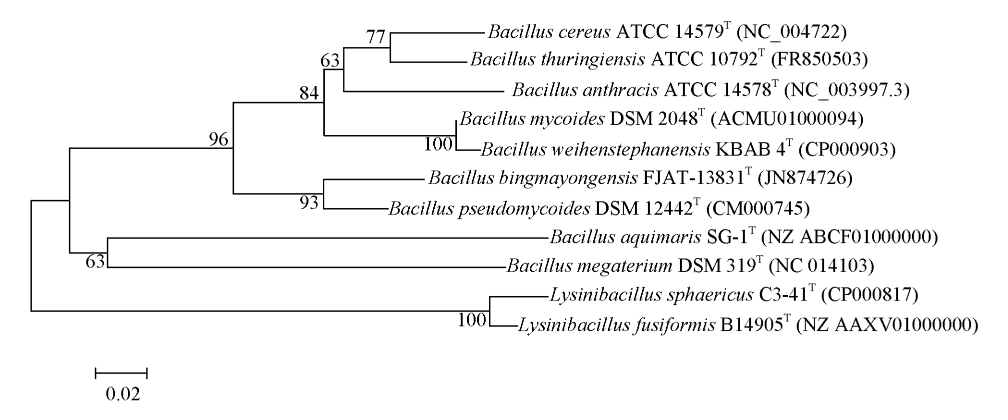


Fig. 2　Phylogenetic tree of the novel isolates FJAT-13831^T, based on *gyrB* gene sequences. The tree was constructed using the neighbor-joining method, and genetic distances were computed by using Jukes-Cantor model. Numbers at nodes indicate percen-tages of occurrence in 1000 bootstrapped trees. The reference strains of *Lysinibacillus* species served as the out group. Accession numbers are given in parentheses. Bar, genetic distance of 0.02

DNA-DNA hybridization

The mean DNA-DNA hybridization relatedness levels between the isolate FJAT-13831^T and the reference strains *B. pseudomycoides* DSM 12442^T, *B. mycoides* DSM 2048^T, *B. cereus* DSM 31^T, *B. megaterium* DSM 319^T, *L. sphaericus* CCUG7428^T and *B. aquimaris* DSM 16205^T were 69.1%, 63.7%, 62.4%, 53.9%, 52.8%, and 52.7%, respectively(Table 3). All of these values were below the threshold value of 70% for the delineation of bacterial species(Wayne et al., 1987). Several values were above 60% but in concordance with strains of *B. safensis* and *B. pumilus*, with 66% DNA-DNA relatedness(Satomi et al., 2006). These findings indicated that the isolate is a novel member of *Bacillus*, combining with the *gyrB* gene sequence-based phylogenetic topology of this strain. However, Rossello´-Mora(2006)reported certain limitations occurred in DNA-DNA hybridization, such as a high number of experimental errors, a lack of reproducibility, and a failure to generate collective databases. Moreover, DNA-DNA reassociation values did not provide any information concerning phylogenetic relationships(Harayama and Kasai, 2006). Therefore, some tools should be used in further verifying the taxonomy of strain FJAT-13831^T in the following.

Furthermore, the DNA G+C content of strain FJAT-13831^T was 36.5±0.08 mol%, at the upper limit of the range described for species of the genus *Bacillus*(34%～36%)(Table 1). These results confirmed that strain FJAT-13831^T was a single novel species in the genus *Bacillus*.

Average nucleotide identify(ANI)analysis

The availability of complete genome sequences of many bacteria provides new possibilities for the comprehensive demarcation of species(Konstantinidis and Tiedje, 2005a, 2005b). To confirm the conclusions generated from the results of the DNA-DNA hybridization, an ANI analysis was performed. The ANI, a measure of evolutionary relatedness based on sequence similarity between orthologous genes, can accurately replace DDH values for species delineation(Goris et al., 2007). Goris et al.,(2007)showed that the recommended cut-off point of 70% DDH(DNA-DNA hybridization)corresponded to 95% ANI. The similarity matrix of ANI values of strain FJAT-13831^T and reference strains is shown in Supplementary Table S2 a set of 2881 orthologous genes present in exactly one copy(no duplicates)in each studied genome was used to estimate the phylogeny of these bacteria(Fig.3).

Table 1 Investigations on the biological, physiological, biochemical characteristics and DNA G+C content among the novel isolate FJAT-13831^T(*Bacillus bingmayongensis*)and the reference strains, *B. pseudomycoides* DSM 12442^T**,** *B. mycoides* DSM 2408^T, *B.cereus* DSM 31^T. All data from this study. + , growth; –, no growth; w, weak growth. All the strains were positive for catalase, hydrolyse esculine and able to produce acid from D-ribose, D-maltose, D-maltose, Glycogen, Salicine and N-acetylglucosamine. All strains were negative for DNase activity, Arginine dihydrolase, ONPG, Ornithine decarboxylase and Lysine decarboxylase. None of strains could utilize Indole, produce H_2S, produce acid from D-arabinose, L-arabinose, D-xylose, L-xylose, D-galactose, D-mannose, L-sorbose, L-rhamnose, D-melezitose, D-raffinose, D-tagatose, D-fucose, L-fucose, Dulcitol, Inositol, Xylitol, D-mannitol, D-sorbitol, D-arabitol, L-arabitol, Inulin, Methyl-β-D-xylopyranoside, Methyl-α-D- mannopyranoside, Methyl-α-D-glucopyranoside, Potassium 2-cetogluconate and Potassium 5-cetogluconate

Characteristic	*Bacillus bingmayongensis* FJAT-13831^T	*Bacillus pseudomycoides* DSM 12442^T	*Bacillus mycoides* DSM 2408^T	*Bacillus cereus* DSM 31^T
Growth condition				
Aerobic growth	+	–	+	+

Continued

Characteristic	*Bacillus bingmayongensis* FJAT-13831^T	*Bacillus pseudomycoides* DSM 12442^T	*Bacillus mycoides* DSM 2408^T	*Bacillus cereus* DSM 31^T
Temperature for growth/℃				
5	–	–	+	–
10	–	–	+	+
15	–	+	+	+
20	+	+	+	+
30	+	+	+	+
35	+	+	+	+
40	+	+	+	+
45	+	–	–	+
50	–	–	–	+
Growth in NaCl				
0	+	+	+	+
2%	+	+	+	+
4%	+	w	+	+
6%	w	–	+	+
8%	–	–	–	+
pH value for growth				
4	+	–	–	–
5	+	+	–	–
6	+	+	+	+
7	+	+	+	+
8	+	+	+	+
9	+	+	+	+
10	+	–	+	+
Enzyme production				
Urease activity	–	–	+	–
Oxidase	+	–	–	+
Catalase	+	+	+	+
Hydrolysis of				
Gelatin	+	+	–	+
Starch	–	+	+	+
Utilization of				
Koser citrate broth	+	–	–	+
Triple sugar iron	+	–	–	–
KCN growth	+	+	–	–
Acetoin production(V.P.)	–	+	+	–
Nitrate reduction	–	+	–	–
Acid production from(using API 50 CH)				
D-lactose	–	+	–	–
Acid production from(using API 50 CH)				
D-glucose	+	–	+	+
D-fructose	+	–	+	+
D-saccharose	+	–	+	+
D-turanose	+	–	–	–
D-cellobiose	+	+	–	+
Gentiobiose	–	–	–	+
Erythritol	+	–	–	–
Glycerol	+	+	–	+

Continued

Characteristic	*Bacillus bingmayongensis* FJAT-13831^T	*Bacillus pseudomycoides* DSM 12442^T	*Bacillus mycoides* DSM 2408^T	*Bacillus cereus* DSM 31^T
Potassium gluconate	+	–	–	–
Amygdaline	–	–	–	+
Arbutine	–	–	+	+
DNA G+C content(mol%)(T_m)	36.5	34.0～36.0	34.2	35.7

+: growth; –: no growth; w: weak growth

Supplementary Table S2　The average nucleotide identity(ANI)based on 2881 core genes between strain FJAT-13831^T and the relative six type strains in the *Bacillus cereus* group

Species	13831	ban1	bce1	bmy1	bpm	bth1	bwe
13831	100.00						
Ban	82.77	100.00					
bce	82.77	92.49	100.00				
bmy1	83.22	90.26	90.37	100.00			
bpm	91.47	82.64	82.75	83.26	100.00		
bth1	82.84	92.41	97.31	90.46	82.73	100.00	
bwe	83.27	90.28	90.31	98.25	83.18	90.47	100.00

13831-*Bacillus bingmayongensis* FJAT-13831^T; *ban-Bacillus anthracis* ATCC 14578^T; *bce-Bacillus cereus* ATCC 14579^T; bmy1-*Bacillus mycoides* DSM 2048^T; bpm-*Bacillus pseudomycoides* DSM 12442^T; bth1-*Bacillus thuringiensis* ATCC 10792^T; bwe-*Bacillus weihenstephanensis* KBAB4^T

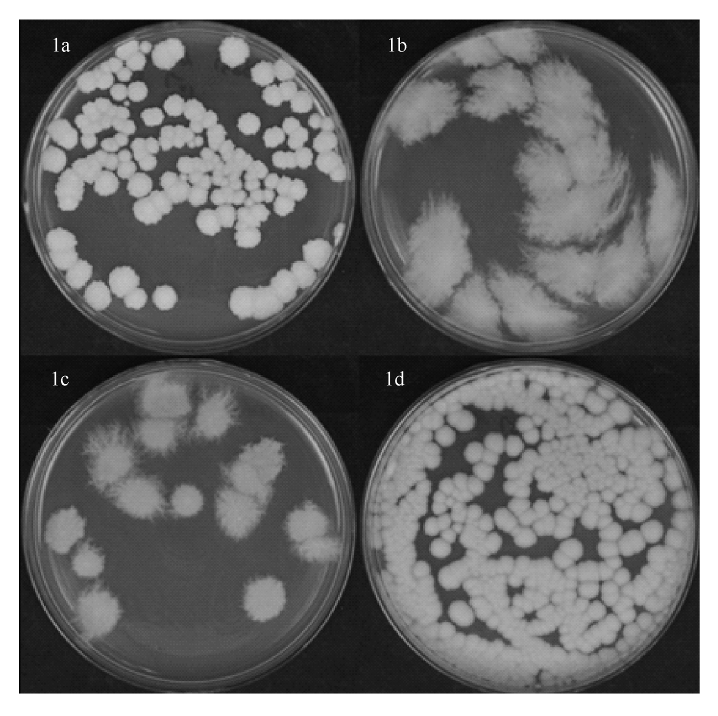


Fig. 3　Colony feature of four *Bacillus* strains cultured on a solid medium of nutrient agar(NA)(Seveno et al., 2001)incubated at 30℃ for 48 h, *Bacillus bingmayongensis* FJAT-13831^T(**1a**), *Bacillus pseudomycoides*　DSM 12442^T(1b), *Bacillus mycoides* DSM 2408^T(1c), *Bacillus cereus* DSM 31^T(1d)

A phylogenetic analysis revealed that all seven strains formed a robust phylogenetic cluster, indicating the strain FJAT-13831^T belong to the *Bacillus* genus. However, the ANI values between FJAT-13831^T and other reference strains ranged from 82.77% to 91.47%(Supplementary Table S2). It's worth mentioning that the ANI value between FJAT-13831^T and the whole-genome sequence of strain *B. pseudomycoides* DSM 12442^T was 91.47%, which was clearly lower than the values of 92.41% and 92.49% obtained from two groups in this study: the separate species *Bacillus anthracis* ATCC 14578^T and *B. thuringiensis* ATCC 10792^T and the separate species *B. anthracis* ATCC 14578^T and *B. cereus* ATCC 14579^T(Supplementary Table S2), respectively, and was also lower than that obtained for other pairs of *Bacillus* species, e.g., *B. cereus* vs. *B. toyoi*(91.53%), *B. toyonensis* vs. *B. cereus*(91.48%), and *B. thuringiensis* vs. *B. cereus*(95.6%)(Jiménez et al., 2013). This value was also clearly lower than a 94%-96% of ANI which corresponded to the established threshold for species delineation(Richter and Rosselló-Móra 2009), confirming that FJAT-13831^T was a novel species separate from *B. pseudomycoides*. Although Bhandari et al. (2013)proposed that the new *Bacillus* species was determined using the molecular signatures in the form of conserved signature indels(CSIs)based on comparative genomic analysis. However, the ANI analysis was more applied in in the different novel species classification, such as Marinifilum flexuosum(Ruvira et al., 2013), *Acinetobacter calcoaceticus* and *Acinetobacter baumannii*(Nemec et al.,

Table 2　Cellular fatty acid compositions of the novel isolate FJAT-13831^T and the closely related reference species, *B. pseudomycoides* DSM 12442^T, *B. mycoides* DSM 2408^T, *B.cereus* DSM 31^T

Fatty acid/%	*B. bingmayongensis* FJAT-13831^T	*B. pseudomycoides* DSM 12442^T	*B. cereus* DSM 31^T	*B. mycoides* DSM 2048^T
iso-$C_{15:0}$	21.03	15.26	29.19	15.95
iso-$C_{17:0}$	11.49	14.04	11.84	10.09
$C_{16:0}$	9.83	10.49	6.11	11.01
iso-$C_{13:0}$	7.66	7.75	6.62	10.36
anteiso-$C_{15:0}$	7.39	3.91	4.40	4.13
iso-$C_{17:1}$ ω5c	5.12	3.08	5.53	2.36
$C_{14:0}$	4.13	2.17	2.38	2.91
iso-$C_{16:0}$	3.62	8.37	5.99	6.67
anteiso-$C_{17:0}$	2.84	3.35	2.11	1.95
$C_{18:0}$	1.68	0.97	0.97	1.38
iso-$C_{14:0}$	2.86	3.10	2.97	3.03
anteiso-$C_{13:0}$	2.23	4.37	0.79	2.11
iso-$C_{17:1}$ ω10c	0.00	0.00	4.61	9.82
alcohol-$C_{16:1}$ ω7c	0.00	0.00	0.79	1.72
anteiso-$C_{17:1}$ a	0.89	1.15	1.06	0.73
$C_{15:0}$ 2OH	0.00	0.00	1.17	1.20
iso-$C_{12:0}$	0.55	4.87	0.41	1.10
$C_{16:1}$ ω11c	0.00	0.00	0.45	2.06
Summed feature 3	15.13	12.12	8.43	7.68
Summed feature 2	1.93	2.24	2.39	0.85

Summed feature 3 consisted of $C_{16:1}$ ω6c and/or $C_{16:1}$ ω7c; Summed feature 2 consisted of $C_{14:0}$ 3OH and/or iso-$C_{16:1}$

Table 3　Relateness values of 16S rRNA gene, *gyrB* gene and DNA-DNA hybridization between the novel isolate FJAT-13831^T and the eleven reference *Bacillus* species

Symbol	Species	Relateness values(%)between *Bacillus bingmayongensis* FJAT-13831^T and the reference *Bacillus* species		
		16S rRNA	*gyrB*	DNA-DNA relateness
13831	*Bacillus bingmayongensis* FJAT-13831^T	100.00	100.0	99.80
bpm	*Bacillus pseudomycoides* DSM 12442^T	99.72	93.80	69.10
bmy1	*Bacillus mycoides* DSM 2048^T	99.24	86.40	63.70
bce	*Bacillus cereus* DSM 31^T	99.44	84.70	62.40
bth1	*Bacillus thuringiensis* ATCC 10792^T	99.17	84.70	ND
bwe	*Bacillus weihenstephanensis* KBAB4	99.17	87.00	ND
ban	*Bacillus anthracis* ATCC 14578	99.58	84.10	ND
lbf	*Lysinibacillus fusiformis* CCUG28888^T	93.47	73.40	ND
bmt	*Bacillus megaterium* DSM 319^T	94.79	73.20	53.90
lbs	*Lysinibacillus sphaericus* CCUG7428^T	93.68	71.60	52.80
baq	*Bacillus aquimaris* DSM 16205^T	95.27	71.50	52.70

ND, data are not available

2011). Furthormore, Jiménez et al. (2013)reclassified strain BCT-7112^T with low than 92% ANI values with other B. cereus groups into a novel species of *Bacillus toyonensis* by means of ANI calculations, while it was primarily identified as *Bacillus cereus* var *toyoi*.

Chemotaxonomic characteristics

To test cellular fatty acid profiles, the novel isolate and several *Bacillus* reference species were subjected to cellular fatty acid methyl ester analysis to confirm the generic classification. All strains exhibited typical fatty acid profiles for the genus *Bacillus*, with many branched-chain components(Kaneda 1977). All of the tested *Bacillus* species showed similar profiles containing large amounts of anteiso-$C_{15:0}$(5%～60%)and iso-$C_{15:0}$(3%～30%)and small amounts of unsaturated fatty acids(< 3%)(Kämpfer et al., 1994; Jung et al., 2011). The fatty acid profiles of the strain FJAT-13831^T were consistent with this profile, among which the dominant constituents were iso-$C_{15:0}$(21.03%), iso-$C_{17:0}$(11.49%), $C_{16:0}$(9.83%), iso-$C_{13:0}$(7.66%), and anteiso-$C_{15:0}$(7.39%), comprising approximately 60% of the cellular fatty acids extracted(Table 2), distinguishing from *B. pseudomycoides* DSM 12442T by differences in iso-$C_{15:0}$, iso-$C_{17:0}$, $C_{16:0}$, iso-$C_{13:0}$ and anteiso-$C_{15:0}$ levels and from *B. mycoides* DSM 2408^T and *B. cereus* DSM 31^T by differences in iso-$C_{17:1}$ ω10c, alcohol-$C_{16:1}$ ω7c and $C_{16:1}$ ω11c fatty acid composition.

Furthermore, the cell-wall peptidoglycan contained meso-diaminopimelic acid as the diagnostic cell wall diamino acid, corresponding with the same peptidoglycan type of the majority *Bacillus* species except the species of *B. fusiformis* DSM 2898^T, which was diagnosed with Lys-Asp in the cell-wall peptidoglycan(Schleifer and Kandler, 1972). Furthermore, the strain FJAT-13831^T contained MK-7(89%)as the predominant menaquinone, with MK-5(8%)and MK-4(2%)present as minor constituents. This presents predominant menaquinone of MK-7 in other bacillus species, such as *Lysinibacillus fusiformis* and *Lysinibacillus sphaericus*(Ahmed

et al., 2007).

Morphological features and phenotypic characteristics

Morphologically, the colony features of strain FJAT-13831^T were greyish-white, nearly circular, and opaque, with a dry surface and a wrinkled margin(Fig. 3a), which were obvious different from the other three reference strain, because *B. pseudomycoides* DSM 12442^T, *B. mycoides* DSM 2408^T, *B. cereus* DSM 31^T were all pale yellow in color, irregularly shape and with branching(Fig. 3b), dentate(Supplementary Fig. 3c), and smooth margins(Fig. 3d), respectively.

Cells of the strain FJAT-13831^T were cylindrical(1.6～3.3×1.1～1.8 μm), motile, aerobic, and Gram-positive(Fig. 4a), appearing the marked differences compared with the other three *Bacillus* species(Fig.4). Furthermore, the tested bacillus species could grow at the range of 20×40℃, however, unlike other *Bacillus* species, no growth of strain FJAT-13831^T occurred below 20℃ and above 40℃(Table 1). They also were tolerant to different NaCl concentrations, strain FJAT-13831^T up to 4%, *B. pseudomycoides* DSM 12442^T up to 2 %, *B. mycoides* DSM 2408^T up to 6 % and *B. cereus* DSM 31^T up to 8%(Table 1). The different pH range for growth between strain FJAT-13831^T and other reference strain was observed difference, coupling with 4～10(strain FJAT-13831^T), 5～9(*B. pseudomycoides* DSM 12442^T), 6～10(*Bacillus mycoides* DSM 2408^T)and 6～10(*Bacillus cereus* DSM 31^T)(Table 1).

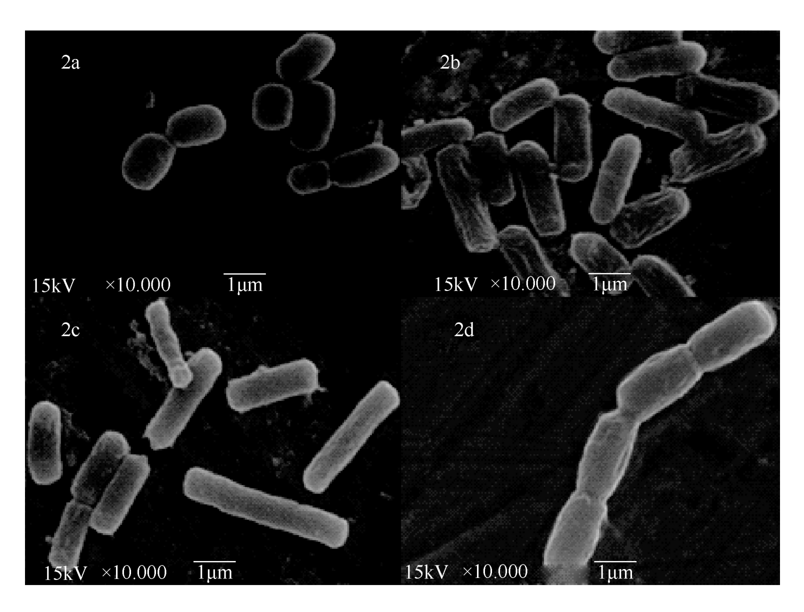


Fig. 4 Cell characteristic of four *Bacillus* strains using Scanning Electron Microscope(×10 000). *Bacillus bingmayongensis* FJAT-13831^T(2a), *Bacillus pseudomycoides* DSM 12442^T(2b), *Bacillus mycoides* DSM 2408^T(2c), *Bacillus cereus* DSM 31^T(2d)

The phenotypic characteristics that differentiated the reference strains from phylogenetically related species are shown in Table 1. The strain FJAT-13831^T could utilize triple sugar iron, produce acid from erythritol and potassium gluconate, and hydrolyze starch, while other three reference species exhibited opposite results for those tests. Furthermore, the strain FJAT-13831^T can be readily differentiated from *B. pseudomycoides* DSM12442^T, the most closely related species, by the ability of FJAT-13831^T to assimilate triple sugar iron, produce

acetoin, reduce nitrate, test positive for oxidase, and produce acid from D-lactose, D-glucose, D-fructose, D-saccharose, D-turanose, erythritol, and potassium gluconate(Table 1). Accordingly, these results clearly demonstrated that strain FJAT-13831^T represented a separate species based on its marked chemotaxonomic differences from *B. pseudomycoides*.

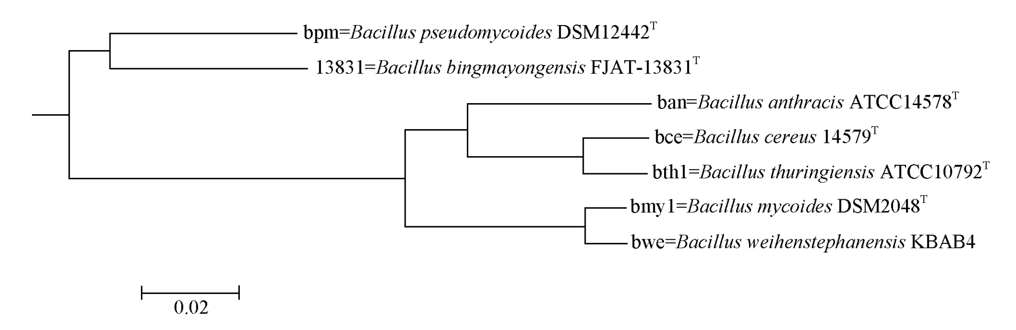


Fig. 5　The phylogenic tree was constructed using the neighbor joining method and percent(%)bootstrap confidence levels were calculated using 1 000 re-samplings of the value of 1-ANI/100

To conclude, the 16S rRNA sequence and the physiological, morphological, and chemotaxonomic data obtained in this study showed that strain FJAT-13831^T belonged to the genus *Bacillus* and specifically to the *B. pseudomycoides* group. The *gyrB* gene sequence analysis, DNA-DNA hybridization, and ANI of the core genes in the entire genomes distinguished strain FJAT-13831^T from the known species of this group. Therefore, strain FJAT-13831^T represents a novel species in the genus *Bacillus*. The name *Bacillus bingmayongensis* sp. nov. is proposed for this species.

6. 种类描述

Description of *Bacillus bingmayongensis* sp. nov.
Bacillus bingmayongensis(bing. ma. yong. en'sis. Chinese phonetic alphabet n. Bīng Mǎ Yǒng, literally “military servants”)(Terra-cotta Warriors and Horses, a collection of 8099 life-size terra-cotta figures of warriors and horses located in the Mausoleum of the First Qin Emperor from more than two thousand years ago in China); N.L. masc. adj. *bingmayongensis*, belonging to Bīng Mǎ Yǒng, a mausoleum in Xi’an City, China, the source of the isolates.

Cells are rods(1.6～3.3×1.1～1.8 μm), Gram-positive, facultatively aerobic, capable of forming ellipsoidal endospores and motile. Colonies on nutrient agar are flat, greyish-white, undulate in margins. Growth occurs at 15～45℃(optimum, 30℃)and pH of 4.0～10.0(optimum, pH 7.0)but fails in the presence of 5.0%, *W*/*V* NaCl on NA. Positive in tests for catalase and oxidase, but negative for ONPG(b-galactosidase), DNase, urease, arginine dihydrolase, lysine decarboxylase, ornithine decarboxylase, acetoin production, H2S production, and indole production. Does not reduce nitrate to nitrite. Cells can hydrolyze starch but not gelatin or esculin and can also utilize Koser citrate broth and triple sugar iron but not KCN. Acid production from D-glucose, D-cellobiose, D-maltose, D-fructose, D-ribose, D-saccharose, D-trehalose, D-turanose, glycogen, glycerol, erythritol, N-acetylglucosamine, salicin, and potassium gluconate but not from D-arabinose, L-arabinose, D-lyxose, L-xylose, methyl β-D-xylopyranoside, D-galactose, D-mannose, L-sorbose, L-rhamnose, adonitol,

inositol, D-mannitol, methyl α-D-mannopyranoside, methyl a-D-glucopyranoside, amygdaline, arbutin, dulcitol, D-sorbitol, inulin, D-melezitose, D-lactose, D-melibiose, D-tagatose, starch, xylitol, gentiobiose, D-fucose, L-fucose, D-arabitol, L-arabitol, potassium 2-cetogluconate, and potassium 5-cetogluconate.

The cell wall peptidoglycan contains meso-diaminopimelic acid. The predominant menaquinone is MK-7. The main components of the whole-cell fatty acids are iso-$C_{15:0}$(21.03%), $C_{17:0}$(11.49%), $C_{16:0}$(9.83%), iso-$C_{13:0}$(7.66%), and anteiso-$C_{15:0}$(7.39%). The DNA G+C content is 36.5 mol%.

The type strain, FJAT-13831^{T}(= CGMCC 1.12043^{T} = DSM 25427^{T}), was isolated from the No. 1 pit soil of Emperor Qin's Terra-cotta Warriors in the ancient tomb, more than two thousand years old, in Xi'an City, Shanxi Province, China.

7. 致谢

Acknowledgments

We are grateful to Dr. Jean P. Euzeby(Society for Systematic and Veterinary Bacteriology, France)for his advice on nomenclatural queries and Dr. Peter Schumann(DSMZ, Germany)for his contribution to the analysis of the cell wall composition of strain FJAT-13831T. This work was supported by the National Key Project of Fundamental Scientific Research("973" Program, No. 2011CB111607), by the project of Agriculture Science & Technology Achievement Transformation(No. 2010GB2C400220), by the program of International Science & Technology Cooperation(No. 2012DFA31120), by Agro-scientific Research in the Public Interest(No. 201303094), and by the national "948" project(No. 2011-G25)from the Chinese Ministry of Agriculture.

8. 参考文献

Reference

Ahmed I, Yokota A, Yamazoe A, Fujiwara T. 2007. Proposal of *Lysinibacillus boronitolerans* gen. nov. sp. nov., and transfer of *Bacillus fusiformis* to *Lysinibacillus fusiformis* comb. nov. and *Bacillus sphaericus* to *Lysinibacillus sphaericus* comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 57: 1117-1125.

Atlas R M. 1993. Handbook of Microbiological Media. Parks L C, Raton B. FL: CRC Press.

Baik K S, Lim C H, Park S C, Kim E M, Rhee M S, Seong C N. 2010. *Bacillus rigui* sp. nov., isolated from wetland fresh water. Int J Syst Evol Microbiol, 60: 2204-2209.

Chen Y G, Hao D F, Chen Q H, Zhang Y Q, Liu J B, He J W, Tang S K, Li W J. 2011. *Bacillus hunanensis* sp. nov., a slightly halophilic bacterium isolated from non-saline forest soil. Antonie Van Leeuwenhoek 99: 481-488.

Cohn F. 1872. Untersuchungen über Bacterien. Beitrage zur Biologie der Pflanzen, 1: 127-244.

De Ley J, Cattoir H, Cattoir R, Reynaert A. 1970. The quantitative measurement of DNA hybridization from renaturation rates. Eur J Biochem, 12: 133-142.

Felsenstein J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. Evol 40: 783-791.

Gatson J W, Benz B F, Chandrasekaran C, Satomi M, Venkateswaran K, Hart M E. 2006. *Bacillus tequilensis* sp. nov., isolated from a 2000-year-old Mexican shaft-tomb, is closely related to B*acillus subtilis*. Int J Syst Evol Microbiol, 56: 1475-1484.

Gonzalez J M, Saiz-Jimenez C. 2005. A simple fluorimetric method for the estimation of DNA-DNA relatedness between closely related microorganisms by thermal denaturation temperatures. Extremophiles, 9: 75-79.

Goris J, Konstantinidis KT, Klappenbach J A, Coenye T, Vandamme P, Tiedje J M. 2007. DNA-DNA hybridization values and their relationship to whole–genome sequence similarities. Int J Syst Evol Microbiol, 57: 81-91.

Gregersen T. 1978. Rapid method for distinction of Gram–negative from Gram–positive bacteria. Eur J Appl Microbiol Biotechnol, 5: 123-127.

Harayama S, Kasai H. 2006. Bacterial phylogeny reconstruction from molecular sequences. In Molecular Identification, Systematics, and Population Structure of Prokaryotes, pp.105-140. Edited by E. Stackebrandt. Berlin, Heidelberg:

Springer-Verlag.

Jones D T, Taylor W R, Thornton J M. 1992. The rapid generation of mutation data matrices from protein sequences. Comp Appl Biosci, 8275-8282.

Jukes T H, Cantor C R. 1969. Evolution of protein molecules. In Mammalian Protein Metabolism. vol. 3, pp. 21-132. Edited by H. N. Munro. New York: Academic Press.

Jung M Y, Kim J S, Paek W K, Lim J, Lee H, Kim P I, Ma J Y, Kim W, Chang Y H. 2011. *Bacillus manliponensis* sp. nov., a new member of the *Bacillus cereus* group isolated from foreshore tidal flat sediment. J Microbiol, 49: 1027-1032.

Jiménez G, Urdiain M, Cifuentes A, López-López A, Blanch A R, Tamames J, Kämpfer P, Kolstø Anne-B, Ramón D, Martínez F, Codoñer F M, Rosselló-Móra R. 2013. Description of *Bacillus toyonensis* sp. nov., a novel species of the *Bacillus cereus* group, and pairwise genome comparisons of the species of the group by means of ANI calculations. Syst Appl Microbiol Available online 18 June.

Kaneda T. 1977. Fatty acids of the genus *Bacillus*: an example of branched-chain preference. Bacteriol Rev, 41: 391-418.

Kämpfer P, Blasczyk K, Auling G. 1994. Characterization of *Aeromonas* genomic species by using quinone, polyamine, and fatty acid patterns. Can J Microbiol, 40: 844-850.

Kim O S, Cho Y J, Lee K, Yoon S H, KimM, Na H, Park S C, Jeon Y S, Lee J H, Yi H, Won S, Chun J. 2012. Introducing EzTaxon-e: a prokaryotic 16S rRNA Gene sequence database with phylotypes that represent uncultured species. Int J Syst Evol Microbiol, 62: 716-721.

Konstantinidis K T, Tiedje J M. 2005a. Genomic insights that advance the species definition for prokaryotes. Proc Natl Acad Sci USA, 102: 2567–2572.

Konstantinidis K T, Tiedje J M. 2005b. Towards a genomebased taxonomy for prokaryotes. J Bacteriol, 187: 6258-6264.

La Duc M T, Satomi M, Agata N, Venkateswaran K. 2004a. *gyrB* as a phylogenetic discriminator for members of the *Bacillus anthracis-cereus-thuringiensis* group. J Microbiol Methods 56: 383-394.

La Duc M T, Satomi M, Venkateswaran K. 2004b. *Bacillus odysseyi* sp. nov., a round-spore-forming bacillus isolated from the Mars Odyssey spacecraft. Int J Syst Evol Microbiol, 54: 195-201.

Larkin M A, Blackshields G, Brown N P, Chenna R, McGettigan P A, McWilliam H, Valentin F, Wallace I M, Wilm A, Lopez R, Thompson J D, Gibson T J, Higgins D G. 2007. Clustal W and Clustal X version 2.0. Bioinformatics, 23(21): 2947-2948.

Liu B, Liu G H, Lin N Q, Tang J Y. 2012. *Bacillus* identification and phylogenetic analysis, isolated from the 1st pit soil of Emperor Qin's Terracotta Warrior. Fujian J Agricul Sci, 27: 563-573.

Liu G H, Liu B, Lin N Q, Tang W Q, Tang J Y, Lin Y Z. 2012. Genome Sequence of the Aerobic Bacterium *Bacillus* sp. Strain FJAT-13831. J Bacteriol, 194: 6633.

Logan N A, Berkeley R C W. 1984. Identification of *Bacillus* strains using the API system. J Gen Microbiol, 130: 1871-1882.

Nazina T N, Lebedeva E V, Poltaraus A B, Tourova T P, Grigoryan A A, Sokolova D S H, Lysenko A M, Osipov G A. 2004. *Geobacillus gargensis* sp. nov., a novel thermophile from a hot spring, and the reclassification of *Bacillus vulcani* as *Geobacillus vulcani* comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 54: 2019-2024.

Nemec A, Krizova L, Maixnerova M, Van Der Reijden T J, Deschaght P, Passet V, Vaneechoutte M, Brisse S, Dijkshoorn L. 2011. Genotypic and phenotypic characterization of the *Acinetobacter calcoaceticus-Acinetobacter baumannii* complex with the proposal of *Acinetobacter pittii* sp. nov.(formerly *Acinetobacter* genomic species 3)and *Acinetobacter nosocomialis* sp. nov.(formerly *Acinetobacter* genomic species 13TU). Res Microbiol, 162: 393-404.

Owen R J, Hill L R. 1979. The estimation of base compositions, base pairing and genome size of bacterial deoxyribonucleic acids. In Identification Methods for Microbiologists(Society for Applied Bacteriology Technical Series no. 14), 2nd ed. Edited by F. A. Skinner & D. W. Lovelock. London: Academic Press, 277–296

Priest F G. 1993. Systematics and ecology of *Bacillus*. *In*: Sonenshein AL, Hoch JA, Losick R(eds.)*Bacillus subtilis* and other Gram-positive bacteria-Biochemistry, physiology, and molecular genetics. ASM press, American Society for Microbiology, Washington, D.C. ISBN 1-55581-053-5.

Priest F G, Goodfellow M, Todd C. 1988. A numerical classification of the genus *Bacillus*. J Gen Microbiol, 134: 1847-1882.

Richter M, Rosselló-Móra R. 2009. Shifting the genomic gold standard for the prokaryotic species definition. PNAS, 45: 19126-19131.

Rossello´-Mora R. 2006. DNA-DNA reassociation applied to microbial taxonomy and their critical evaluation. In Molecular Identification, Systematics, and Population Structure of Prokaryotes, pp. 23-50. Edited by E. Stackebrandt. Berlin: Springer.

Ruvira M A, Lucena T, Pujalte M J, Arahal D R, Macián M C. 2013. *Marinifilum flexuosum* sp. nov., a new Bacteroidetes isolated from coastal Mediterranean Sea water and emended description of the genus *Marinifilum*. Syst Appl Microbiol, 36: 155-159.

Saitou N, Nei M. 1987. The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. Mol Biol Evol, 4: 406-425.

Sambrook J, Fritschi E F, Maniatis T. 1989. Molecular cloning: a laboratorymanual. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, NY.

Sasser M. 1990. Identification of bacteria by gas chromatography of cellular fatty acids. In Methods in Phytobacteriology, pp. 199-204. Edited by S. Klement, K. Rudolf & D. Sands. Budapest: Akademiai Kiado.

Satomi M, Kimura B, Hamada T, Harayama S, Fujii T. 2002. Phylogenetic study of the genus *Oceanospirillum* based on 16S rRNA and *gyrB* genes: emended description of the genus *Oceanospirillum*, description of *Pseudospirillum* gen. nov., *Oceanobacter* gen. nov. and *Terasakiella* gen. nov. and transfer of *Oceanospirillum jannaschii* and *Pseudomonas stanieri* to *Marinobacterium* as *Marinobacterium jannaschii* comb. nov. and *Marinobacterium stanieri* comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 52: 739-747.

Satomi M, Oikawa H, Yano Y. 2003. *Shewanella marinintestina* sp. nov., *Shewanella schlegeliana* sp. nov. and *Shewanella sairae* sp. nov., novel eicosapentaenoic-acid-producing marine bacteria isolated from sea-animal intestines. Int J Syst Evol Microbiol, 53: 491-499.

Satomi M, Kimura B, Hayashi M, Okuzumi M, Fujii T. 2004. *Marinospirillum insulare* sp. nov., a novel halophilic helical bacterium isolated from kusaya gravy. Int J Syst Evol Microbiol, 54: 163-167.

Satomi M, La Duc M T, Venkateswaran K. 2006. *Bacillus safensis* sp. nov., isolated from spacecraft and assembly-facility surfaces. Int J Syst Evol Microbiol, 56: 1735-1740.

Schleifer K H, Kandler O. 1972. Peptidoglycan types of bacterial cell walls and their taxonomic implications. Bacteriol Rev 36: 407–477.

Smibert R M, Krieg N R. 1994. Phenotypic characterization. In Methods for General and Molecular Bacteriology, pp. 607-654. Edited by P. Gerhardt, R. G. E. Murray, W. A. Wood & N. R. Krieg. Washington, DC: American Society for Microbiology.

Sorokin A, Candelon B, Guilloux K, Galleron N, Wackerow-Kouzova N, Ehrlich S D, Bourguet D, Sanchis V. 2006. Multiple-locus sequence typing analysis of *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* reveals separate clustering and a distinct population structure of psychrotrophic strains. Appl Environ Microbiol, 72: 1569-1578.

Stackebrandt E, Liesack W. 1993. Nucleic acids and classification, p.152-189. In M. Goodfellow, A. G. O'Donnell(ed.). Handbook of new bacterial systematics. London, United Kingdom: Academic Press.

Stackebrandt E, Goebel B M. 1994. Taxonomic note: a place for DNA-DNA reassociation and 16S rRNA sequence analysis in the present species definition in bacteriology. Int J Syst Bacteriol, 44: 846-849.

Stackebrandt E, Ebers J. 2006. Taxonomic parameters revisited: tarnished gold standards. Microbiol Today, 33: 152-155.

Takami H. 2007. Genomic diversity of *Bacillus*–related species. New York: Nova Science Pubblisher. ISBN 978-1-60456-396-2.

Tamura K, Nei M, Kumar S. 2004. Prospects for inferring very large phylogenies by using the neighbor-joining method. PNAS, 101: 11030-11035.

Talavera G, Castresana J. 2007. Improvement of phylogenies after removing divergent and ambiguously aligned blocks from protein sequence alignments. Syst Biol, 56(4): 564-577.

Tamura K, Peterson D, Peterson N, Stecher G, Nei M, Kumar S. 2011. MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. Mol Biol Evol, 28(10): 2731-2739.

Thompson J D, Gibson T J, Plewniak F, Jeanmougin F, Higgins D G. 1997. The CLUSTAL_X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. Nucleic Acids Res, 25: 4876-4882.

Vanlaere E, Baldwin A, Gevers D, Henry D, De Brandt E, J LiPuma J, Mahenthiralingam E, Speert D P, Dowson C, Vandamme P. 2009. Taxon K, a complex within the *Burkholderia cepacia* complex, comprises at least two novel species, *Burkholderia contaminans* sp. nov. and *Burkholderia lata* sp. nov. Int J Syst Evol Micr, 59: 102-111.

Venkateswaran K, Dohmoto N, Harayama S. 1998. Cloning and Nucleotide Sequence of the *gyrB* Gene of *Vibrio parahaemolyticus* and Its Application in Detection of This Pathogen in Shrimp. Appl Environ Microbiol, 64: 681-687.

Venkateswaran K, Moser D P, Dollhopf M E, Lies D P, Saffarini D A, MacGregor B J, Ringelberg D B, White D C, Nishijima M. 1999. Polyphasic taxonomy of the genus *Shewanella* and description of *Shewanella oneidensis* sp. nov. Int J Syst Bacteriol, 49: 705-724.

Wang L T, Lee F L, Tai C J, Kasai H. 2007. Comparison of *gyrB* gene sequences, 16S rRNA gene sequences and DNA-DNA hybridization in the *Bacillus subtilis* group. Int J Syst Bacteriol, 57: 1846-1850.

Wayne L G, Brenner D J, Colwell R R, Grimont P A D, Kandler O, Krichevsky M I, Moore L H, Moore W E C, Murray R G E. 1987. International Committee on Systematic Bacteriology. Report of the ad hoc committee on reconciliation of approaches to bacterial systematics. Int J Syst Bacteriol, 37: 463-464.

Yamamoto S, Harayama S. 1995. PCR amplification and direct sequencing of *gyrB* gene with universal primers and their application to the detection and taxonomic analysis of *Pseudomonas putida* Strains. Appl Environ Microbiol, 61: 1104-1109.

Zhang L, Wu G L, Wang Y, Dai J, Fang C X. 2011. *Bacillus deserti* sp. nov., a novel bacterium isolated from the desert of Xinjiang, China. Antonie Van Leeuwenhoek, 99: 221-229.

第三节　芽胞杆菌资源描述规范

一、芽胞杆菌资源描述规范术语和定义

1. 术语定义

好氧产芽胞细菌（aerobic endospore-forming bacteria）是一类好氧或兼性厌氧的能产生芽胞的细菌，多为革兰氏阳性细菌。化能异养，通过好氧呼吸作用或/和发酵作用对有机质进行分解。在一定条件下，菌体内的结构发生变化，形成芽胞。

2. 适用规范

芽胞对热、干燥和化学物质等环境因素有较强的抵抗力。包括芽胞杆菌属（*Bacillus*）、类芽胞杆菌属（*Paenibacillus*）、短芽胞杆菌属（*Brevibacillus*）、兼性芽胞杆菌属（*Amphibacillus*）、嗜盐芽胞杆菌属（*Halobacillus*）、解硫胺素芽胞杆菌属（*Aneurinibacillus*）、脂环酸芽胞杆菌属（*Alicyclobacillus*）、地芽胞杆菌属（*Geobacillus*）、纤细芽胞杆菌属（*Gracilibacillus*）、海洋芽胞杆菌属（*Marinibacillus*）、盐芽胞杆菌属（*Salibacillus*）、枝芽胞杆菌属（*Virgibacillus*）、脲芽胞杆菌属（*Ureibacillus*）、芽胞乳杆菌属（*Sporolactobacillus*）、芽胞八叠球菌属（*Sporosarcina*）等 70 多个属。

二、芽胞杆菌菌种资源基本信息

1. 要求

应根据平台标准《微生物菌种资源共性描述规范》要求，对好氧产芽胞细菌的共性进行描述，具体描述内容逐项记入附录表 A 中。描述要素分为两类：M 为必需描述的要素；O 为可选要素，其描述与否视具体菌株而定。

2. 拉丁学名（M）

应指明该菌株的学名。种的名称应包括属名、种加词及定名人和定名时间；种级以下分类群的名称应包括属名、种加词和种下等级的加词及该分类群的定名人和定名时间，种加词和种下等级的加词之间用指示其等级的术语（如 subsp.、var.、forma 等）相连。未鉴定到种的菌株，以“属名 sp.”表示。

3. 中文名称（M）

应指明该菌株的中文名称。尚无中文译名时，可暂时空缺。

4. 资源归类编码（M）

资源归类编码是指该菌株在国家自然科技资源平台资源分级归类与编码标准中的编码。具体编码见微生物菌种资源分类编码体系。

5. 菌株保藏编号（M）

微生物菌种资源在保存机构的保藏编号，由前缀和菌株编号两部分组成。前缀，即保藏机构名称的缩写，遵照《中国菌种目录》第一和第二版的有关规定。前缀和菌株编号之间应留空格。

6. 其他保藏单位编号（O）

该菌株在其他菌种保藏机构中的菌株保藏编号。每个其他编号均由等号开头，如编号不止一个时，中间也用等号连接。

7. 来源历史（O）

来源历史指得到该菌株的途径。例如，菌株转移经过多个保藏机构，则保藏机构之间用一个左指向的箭头连接。

8. 分离人（O）

该菌株原始分离人的姓名。

9. 分离时间（O）

该菌株的最初分离时间。

10. 原始编号（O）

该菌株的最初分离编号。

11. 鉴定人（M）

应指明该菌株鉴定人的姓名。

12. 原产国或地区（O）

菌种的分离基物采集地所在国家、地区的名称，ISO 国家代码。

13. 收藏时间（M）

应指明保藏机构收集、保存该菌株的时间。

14. 分离基物（源）（O）

该菌株的分离基物（源），宜指明具体分离自何种物质。

15. 采集地区（O）

分离基物采集地的行政区划，详细到县。

16. 生物安全等级（M）

应指明该菌株的生物安全等级归类，具体参照《病原微生物实验室生物安全管理

条例》。

17. 培养基（M）

应参照《中国菌种目录》指明该菌株的培养基编号，如《中国菌种目录》没有收录，应给出该培养基的具体配方及制作方法。

18. 模式菌株（M）

应指明该菌株是否是模式菌株。

19. 培养温度（M）

应指明该菌株的最适培养温度。

三、芽胞杆菌菌种特征描述信息

1. 总体要求

要求将本章所列条文的内容逐项记入，不同特征的具体描述内容可根据不同菌种的特性增加描述内容。不同的描述特征可用相应的符号表示，表中出现的所有符号均应加以注解说明。描述要素分为两类：M 为必需描述的要素；O 为可选要素，其描述与否视具体菌株而定。

2. 表型信息

个体形态特征（M）是对芽胞杆菌的细胞形状、大小、革兰氏染色反应、形成芽胞的条件、芽胞的形状、位置、有无伴胞晶体等进行描述。生理特征（M）是应对芽胞细菌的运动性和生长条件，包括生长温度、生长 pH、需氧性及盐的耐受生长等进行试验，记录试验结果，作为特征描述的部分内容。生化特征（M）是应对芽胞细菌做下列生化试验，并记录试验结果，作为其特征描述的部分内容。

—— 过氧化氢酶（接触酶）测定
—— 氧化酶反应
—— 脲酶试验
—— 精氨酸双水解酶试验
—— 碳水化合物产酸试验
—— 由葡萄糖产气试验
—— 水解试验
—— 卵磷脂酶反应
—— 硝酸盐还原试验

化学特征的测定分析（O）主要包括芽胞杆菌含有的甲基萘醌和细胞壁二氨基酸的分析。

3. 基因型信息（M）

DNA 碱基组成（G+C mol%），DNA 杂交，16S rRNA 基因序列分析。如果已将 16S

rRNA 基因序列分析结果在 GenBank 中注册，在论文提交日之前进行释放，提供该序列的基因序列号。

4. 其他特征信息（O）

致病性，好氧芽胞杆菌中有的能引起人类疾病，描述时应注明该菌是否是人的条件致病菌或致病菌，若是，则应进一步指明它所引起的疾病名称。血清学反应，根据细菌抗原抗体反应确定菌种或菌型。描述时应注明具体采用的方法、特异性抗体及反应结果。其他补充试验，包括了主要的描述内容，但并不是全部内容。

第四节　芽胞杆菌分类学方法

一、芽胞杆菌传统分类学方法

1. 形态鉴定

芽胞杆菌均为革兰氏阳性，杆状，需氧，可产生耐热性芽胞。在其他产生芽胞的细菌中，严格厌氧的细菌归入梭菌（*Clostridium* spp.），球状的归入产胞八叠球菌（*Sporosarcina* spp.），具有分支细丝的细菌归入高温放线菌（*Thermoactinomyces* spp.）（Priest and Grigorova，1990）。因此，用显微观测可以非常方便地进行菌种的鉴定，在 19 世纪早期，利用这种方法鉴定出许多新的“菌种”。给予一个分离的新菌种一个新的名称比鉴定它简单得多。直到 19 世纪 40 年代，大约有 150 个种被认为是同名种，但缺少详细的鉴定。此时，在爱丁堡工作的 Tom Gibson 和在伊利诺伊州（Illinois）Peoria 的北部地区研究实验室（NRRL）工作的 Ruth Gordon，Frank Clark 和 Nathan Smith 建立起了芽胞杆菌的分类和鉴定方法。Smith 和他的同事研究了代表 150 个菌种的 1134 个菌株，并把它们仅仅归结为 19 个菌种。后来编写了详细的专著《芽胞杆菌属》（Gordon et al.，1973），提供了鉴定菌株和菌种方法学，并成为分类和鉴定芽胞杆菌的重要参考文献。

2. 芽胞形态分类

Gibson 和 Gordon 还依据芽胞的形状（卵形或者球形）及它们在菌体或芽胞囊中的位置，提出芽胞杆菌形态群体的概念，将芽胞杆菌分为三个类群，I 类种群包括了枯草芽胞杆菌（*Bacillus subtilis*），以及其他一些具有同菌体宽度相同的卵形芽胞的芽胞杆菌；II 类种群包括了多黏芽胞杆菌（*Bacillus polymyxa*）等，具有比菌体宽度大的卵形芽胞；III 类种群包括了球形芽胞杆菌（*Bacillus sphaericus*）等，产生球形芽胞的种类。由于这种种的分离方法是以群体来划分的，它对于分类鉴定是非常有用的。但是，有时区分不同的种类是非常困难的，从而导致严重的错误辨识（Gordon，1981）。

3. 芽胞杆菌分类检索表

经典分类（形态特征）（classical taxonomy）：芽胞杆菌，菌体杆状，直或近直，0.3～2.2 × 2.1～7.0 μm；多数运动；鞭毛典型侧生；形成抗热芽胞；严格好氧或兼性厌氧。芽

胞杆菌属的建立就是根据形态特征确立的，开始发现的种由于实验条件的限制都是仅以形态特征进行分类。Gibson 和 Gordon 依据芽胞的形状（卵形或球形），以及它们在菌体或芽胞囊中的位置，提出芽胞形态群体概念，将芽胞杆菌分为三个类群。

群 1：胞囊不显著膨大，芽胞椭圆或柱形，中生到端生，革兰氏阳性。

A. 生长在葡萄糖琼脂上的淡染细胞的原生质中有不着色的球状体

1. 严格好氧；不产生乙酰甲基甲醇……………巨大芽胞杆菌（*B. megaterium*）

2. 兼性厌氧；产生乙酰甲基甲醇………………………蜡样芽胞杆菌（*B. cereus*）

B. 生长在葡萄糖琼脂上的淡染细胞的原生质中没有不着色的球状体

1.7%氯化钠中生长；石蕊牛奶不产酸

a. 在 pH 5.7 生长；产生乙酰甲基甲醇

（1）水解淀粉；硝酸盐还原到亚硝酸盐

（a）兼性厌氧；利用丙酸盐……… 地衣芽胞杆菌（*B. licheniformus*）

（b）好氧；不利用丙酸盐……………………枯草芽胞杆菌（*B. subtilis*）

（2）不水解淀粉；硝酸盐不还原到亚硝酸盐……………………………………………………………………………………………短小芽胞杆菌（*B. pumilus*）

b. 在 pH 5.7 不生长；不产生乙酰甲基甲醇………坚强芽胞杆菌（*B. firmus*）

2.7%氯化钠中生长；石蕊牛奶产酸 ………………凝结芽胞杆菌（*B. coagulans*）

群 2：圆形芽胞使胞囊膨大，芽胞中生到端生，革兰氏阳性、阴性或可变。

A. 从碳水化合物产气

1. 产生乙酰甲基甲醇；从甘油形成二羟基丙酮 ……………………………………………………………………………………………多黏芽胞杆菌（*B. polymyxa*）

2. 不产生乙酰甲基甲醇；不形成二羟基丙酮……浸麻芽胞杆菌（*B. macerans*）

B. 不从碳水化合物产气

1. 水解淀粉

a. 不形成吲哚

（1）65℃不生长…………………………………… 环状芽胞杆菌（*B. circulans*）

（2）65℃生长………………… 嗜热脂肪酸芽胞杆菌（*B. stearothermophilus*）

b. 形成吲哚 …………………………………………………… 蜂房芽胞杆菌（*B. alvei*）

2. 不水解淀粉

a. 过氧化氢酶阳性；连续转解在营养肉汤中存活

（1）兼性厌氧；葡萄糖培养液中培养物的 pH 小于 8.0 ……………………………………………………………………… 侧胞芽胞杆菌（*B .laterosporus*）

（2）好氧；葡萄糖培养液中培养物的 pH 为 8.0 以上 ……………………………………………………………………………… 短芽胞杆菌（*B. brevis*）

b. 过氧化氢酶阴性；连续转解不能在营养肉汤中存活

（1）硝酸盐还原到亚硝酸盐；分解酪朊 ………幼虫芽胞杆菌（*B. larvae*）

（2）硝酸盐不还原到亚硝酸盐；不分解酪朊

（a）胞囊含有伴胞体；2%氯化钠中生长…………………………………………………………………………日本丽金龟子芽胞杆菌（*B. popilliae*）

（b）胞囊不含伴胞体；2%氯化钠中生长……………………………………………………………缓病芽胞杆菌（*B. lentimorbus*）

群 3：胞囊膨大；芽胞通常球形，端生到亚端生；革兰氏阳性、阴性或可变。不水解淀粉；生长不需要尿素或碱性 pH……………球形芽胞杆菌（*B. sphaericus*）

二、芽胞杆菌现代分类学方法

1. 数值分类法

数值分类法（numerical taxonomy）是根据微生物分类学的信息通过计算分析大量的特征（>50）计算出相似值来考察菌株间的相互关系。在数值分类中，单一的特征是没有分类意义的，因而它能更客观地描述菌株间的分类关系，且一旦分类关系确定后就可以从中挑选出特征性的指标用于菌株的鉴定。目前广泛使用的数值分类软件主要有 MNTS、SPSS 或 SAS，尤其是中国科学院微生物研究所研究开发利用的 MNTS，但也有不足，为此又开发利用了一种新型数值分类软件 X-Cluster，对微生物分类及相关研究领域有重要意义和良好的应用前景。使用 X-Cluster 软件对分离纯化得到的 3000 株芽胞杆菌进行数值分类，结果显示，*B. cereus* 和 *B. subtilis* 表观群关系较近，而与 *B. fusiformis* 表观群相距较远，与 16S rDNA 序列揭示的系统发育关系相符合。研究者多数情况下都是利用 DNA 重组进行芽胞杆菌属种的分类，而数值分类法在芽胞杆菌分类的研究上应用很少，但数值分类也有助于在种属水平上划清芽胞杆菌的关系。通常认为数值分类和 DNA 同源分类所得到的结果是一致的。

数值分类法是近 30 年来发展起来的细菌分类理论，它应用大量已知菌对相关生化试验反应出现的频率得出数据进行分析，优化组合数十项生理生化指标集合成套试剂，根据相似系数大小判断细菌种属间的亲缘关系。对于芽胞杆菌的全面性的数值分类研究，三大分类系统已经得出了相似结果。

自动化微生物鉴定系统即采用数值分类原理。微生物数值分类鉴定集数学、电子、信息及自动分析技术于一体，具有系统化、标准化、微量化和简易化等优点，采用商品化的鉴定测试卡，将未知菌鉴定到属、种、亚种或生物型，可对不同来源的临床标本进行针对性鉴定，所得结果以数字方式表达，与数据库数据（手册或软件）对比得出鉴定结果。目前应用较多的自动化鉴定系统主要有：Vitek-AMS、Biolog、MicroScan、Enterotube、MIDI、Sensititte、Autosceptor、Crystal 等鉴定系统。其中，法国 Bio-Merieux 公司的 Vitek-AMS 系统是应用最普遍的细菌自动化鉴定系统之一，品种齐全，鉴定范围广，其数据库已包括 18 000 多种细菌。

2. 分子分类法

随着技术的发展，芽胞杆菌的分类在传统的表型分类基础上逐渐增加了分子分类（molecular taxonomy）指标，如 G+C mol%含量测定、DNA 重组试验、DNA-DNA 杂交、PCR 技术、16S rDNA 序列测序等。菌株之间 DNA 组成的变化是遗传多样化的一个指示器。细菌染色体 DNA G+C mol%含量测定对表型相似的疑难菌株鉴定、新的分类单元建立和细菌亲缘关系判定等是一项重要的分类鉴定指标和参考标准，测定方

法包括纸层析法、浮力密度法、高效液相色谱法、热变性温度（T_m）法和荧光法等（Gonzalez and Saiz-Jimenez，2002）。通常认为，同一个种内的 DNA G+C mol%含量差别应该不超过 10%～15%，而芽胞杆菌的变化为 33%～69%，这既预示着种间的遗传多样化，也表明芽胞杆菌属（*Bacillus*）被重新再细分是很有必要的（Logan et al.，2009）。

核酸杂交目前常采用固相杂交及湿法杂交，DNA-DNA 杂交（DDH）适用于种水平的研究，而 DNA-rRNA 杂交用于属和属以上水平的分类研究。一般认为，DDH 分析得到的 DNA 相关性小于 20%为不同菌属，20%～60%为属内紧密相关的种，小于 70%为不同的种，大于 70%为同种内的不同分离株或亚种（Wayne et al.，1987）。

rRNA 是研究细菌进化和亲缘关系的重要指标，约占细菌 RNA 总量的 80%，其中，16S rRNA 为所有细菌细胞所共有，分子大小适合操作，其功能同源且最为古老，既含保守序列又含可变序列。保守性反映生物物种的亲缘关系，为系统发育提供线索，高变性则揭示生物物种的特征核酸序列，是种属鉴定的分子基础，其序列变化与进化距离相对应，在细菌种属分类鉴定中广泛应用。16S rRNA 序列分析的另一个重大优势是可以作为快速鉴定目前尚不能人工培养的微生物的一种非培养分析技术。

Satomi 等（2006）从宇宙飞船装配车间地面上得到一些分离物，16S rRNA 序列系统发育分析表明，它们与短小芽胞杆菌（*B. pumilus*）很相近但又有很多表型不同的地方，通过 DDH 等分析认为是芽胞杆菌的一个新种，命名为沙福芽胞杆菌（*B. safensis*）。根据 16S rRNA 序列的系统发育和 DDH 分析结果，Jeon 等（2005a）将 *B. haloalkaliphilus* 从 *Bacillus* 中分出并重建一个新属即碱芽胞杆菌属（*Alkalibacillus*）。Banat 等（2004）根据 16S rRNA 系统发育树分析结果将苍白芽胞杆菌（*B. pallidus*）从芽胞杆菌属转移到地芽胞杆菌属（*Geobacillus*）。Maughan 和 van der Auwera（2011）的分析结果显示，核糖体数据库工程（Ribosomal Database Project，RDP）中收录的 7510 条芽胞杆菌属的 16S rRNA 序列如果按同源性 97%的阈值（Stackebrandt and Goebel，1994）进行划分，可以预测出 116 种。但实际上，在亲缘关系非常近的芽胞杆菌种间的 16S rRNA 序列的同源性常常高达 99%以上。因此，可以肯定地认为：7510 条芽胞杆菌属的 16S rRNA 序列所代表的芽胞杆菌属种类远远超过 116 种（有可能在 10 倍以上），当然包含了一些目前未能培养的芽胞杆菌种类。

3. 化学分类法

随着分子分类法和化学分类法（chemical taxonomy）的结合，有很多属相继从芽胞杆菌属中分出来。脂肪酸鉴定分析法已成为芽胞杆菌分类的新手段。脂肪酸是脂质双分子层或脂多糖的组成部分，是微生物细胞中的重要组分之一。脂肪酸对于不同生物有不同的指纹特征，是细菌分类的重要指标和依据。宋亚军等对若干需氧芽胞杆菌的芽胞脂肪酸组成进行了系统分析，并探讨了其在分类学上的意义，为需氧芽胞杆菌的分类学研究提供了新的资料。

化学分类鉴定法在 20 世纪 50 年代中期建立，最早的分析对象是细菌细胞壁的氨基酸和糖类组成，之后，还包括全细胞水解液糖型、脂肪酸、磷脂成分、分枝菌酸、醌类和光合色素成分等，常使用的检测技术包括红外光谱、气相色谱、高效液相色谱和质谱

等。目前，在芽胞杆菌的分类鉴定中，细胞壁的氨基酸组成和脂肪酸组分分析等是非常重要的分类指标，是某些种属的标志性分类依据。而且，刘波编著的《微生物脂肪酸生态学》中比较了脂肪酸分析与 16S rRNA 序列两种鉴定方法，结果表明，98%的芽胞杆菌种类用脂肪酸标记的鉴定结果与 16S rRNA 分子鉴定结果相同，可以作为脂肪酸芽胞杆菌种类快速鉴定的方法；特别在 16S rRNA 分子鉴定无法区别时，脂肪酸鉴定表现出细胞脂肪酸组分及其含量的特异性，因此，脂肪酸鉴定分析法已成为芽胞杆菌分类的新手段（刘波，2011）。

4. 多相分类法

多相分类（polyphasic taxonomy）的概念是由 Colwell 于 1968 年提出的，即利用微生物多种不同的信息，包括表型、基因型和系统发育的信息，综合起来研究微生物分类和系统进化的过程。目前已被广泛应用。概括地讲，多相分类是传统的表型分类、数值分类和分子分类等方法的综合应用，因而可以更客观地反映生物间的系统进化关系。2007 年，从西双版纳植物样品中分离得到 2 株抗癌活性内生细菌，通过对其表型特征、细胞化学组分、16S rRNA 序列系统发育进行分析，发现这两种菌株与 *B. flexus* IFO 15715 亲缘关系最近，但又表现出明显差异，应该是芽胞杆菌的两个新株。最近的新种大部分是根据多相分类法进行分类的。例如，Jung-Hoon Yoon 等依据形态、脂肪酸种类及 16S rRNA 系统发育分析将 *Bacillus halodebitrificans* 从芽胞杆菌属重新划分到枝芽胞杆菌属（*Virgibacillus*）。

随着现代技术的发展，新的分类技术不断产生，如数字表型分析、DNA 碱基组成分析、检测菌株之间 DNA 序列同源性、DNA 重组试验等，很明显地看到芽胞杆菌比迄今所猜测的有更多多样性。菌株之间的 DNA 组成的变化是遗传多样化的一个很好的指示器；通常认为，同一个分类系统内的种，其 G+C mol%含量差别应该不超过 10 mol%～12 mol%。尽管对于其他大多数细菌来说，其变化为 40%～50%，但对于芽胞杆菌来说，其变化为 33%～65%（Logan et al.，2009）。

尽管多数芽胞杆菌的种都各有特定的表型特征，如某种特殊代谢途径或某种特定的细胞壁氨基酸及脂肪酸组成，但仅仅通过这种表型特征进行鉴定是比较困难的，甚至某些由多基因决定的特征如芽胞形态，虽有助于芽胞杆菌的鉴定，但其远不能满足分类学的需要。而且，这些特征经常出现不同程度的种间甚至属间交叉，并且受生长条件等多种因素的影响，因此，必须与其他分类特征结合才能达到最终的鉴定目的。

鉴于庞大的芽胞杆菌类群的分类学需要，目前对于芽胞杆菌的分类已由原来的靠单一的表型或仅依据其基因型进行的单相分类转变为表型、基因型和系统发育信息综合评价的多相分类。国际原核微生物系统分类学委员会的芽胞杆菌属及其近缘生物分类学分委员会在 2009 年发布了新种描述的最小标准，并对群命名进行修订，其中的多相分类法所包含的指标包括：扩增 rDNA 限制性分析（ARDRA）、细胞壁的氨基酸成分、全细胞脂肪酸组成分析（FAME）、全细胞蛋白质 SDS-PAGE 分析、全细胞热解图谱、DNA 相关性评价（DDH）、DNA 碱基组成分析、16S rRNA 测序和表型（形态、生化、生理等）特征等（Logan et al.，2009），具体的必需和建议分析项目见表 2-2。

表 2-2　好氧的产芽胞的细菌新种描述标准

必需表征的项目	建议表征的项目
微观形态（microscopic morphology）	
1. 细胞大小（长度+宽度），整体形状，细胞末端形状	
2. 细胞链，菌丝	
3. 早期培养物的革兰氏反应	
4. 运动性	1. 鞭毛类型（鞭毛染色或电镜镜检）
2. 存储性内含物的存在	
3. 胞囊的形态	
4. 芽胞的形状与位置	
5. 胞囊膨胀	
6. 伴胞体和其他内涵体或胞外沉积物的存在	
7. 胞囊的显微照片	
宏观形态（macroscopic morphology）	
1. 所使用的培养基	
2. 培养条件（温度，pH，盐度，培养时间）	
3. 一定培养时间内的菌落直径	
4. 菌落的形状、正面图、扩散或菌落运动性、边缘形态	
5. 表面纹理、颜色、稠度和对培养基的黏附性	
生理特性（physiological characters）	
1. 推荐使用的培养基	
2. 最适、最高、最低生长温度	
3. 最适、最高、最低生长 pH	
4. 氧的需要（严格好氧、微好氧、兼性厌氧、严格厌氧）	
5. NaCl 耐受或需要（最适、最高、最低浓度）	
6. 或生长被 NaCl 促进	
7. 过氧化氢酶	2. 在基本培养基（组分和条件）中的生长能力
8. 氧化酶	
9. 已知的任何营养需求	
生化特性（biochemical characters）	
1. 由 D-葡萄糖产酸	1. 由 D-葡萄糖产气
	2. 由 L-阿拉伯糖、D-甘露醇、D-木糖和其他特定的碳水化合物产气
	3. Voges-Proskauer 反应
2. 酪蛋白、明胶和淀粉的水解能力	4. 七叶苷和尿素的水解能力
	5. 硝酸盐还原
	6. 硝酸盐或亚硝酸盐还原成一氧化氮或氮气
	7. 精氨酸双水解酶
3. 柠檬酸利用	8. 丙酸和其他有机酸作为唯一碳源
	9. 氨基酸作为唯一碳源
	10. 碳水化合物作为唯一碳源
	11. 卵黄反应（卵磷脂酶）

续表

必需表征的项目	建议表征的项目
生化特性（biochemical characters）	
3. 柠檬酸利用	12. 由色氨酸产吲哚
	13. 邻硝基苯 β-D-半乳吡喃糖苷水解
化学分类学特性（chemotaxonomic characters）	
1. 脂肪酸谱	
2. 细胞壁特征性二氨基酸	1. 胞壁质结构（新属必需）
	2. 极性脂质分析（新属必需）
	3. 醌类分析（新属必需）
核酸研究（nucleic acid studies）	
1. 16S rRNA 基因序列（＞1400 nt，＜0.5%歧义性）和系统发育分析	1. 基因看家蛋白编码基因的系统发育分析
2. 与近缘种的 DNA-DNA 杂交关联度	2. DNA 的 G+C 含量
	3. DNA 杂交的ΔT_m值

5. 基因组分类（genomic taxonomy）

DNA-DNA 杂交（DDH）是最早用来测定 2 个基因组之间的整体同源性的实验方法（McCarthy and Bolton，1963），经过 50 多年的发展，已经成为原核生物分类中定种的金标。目前，广泛接受 70% 的 DDH 阈值作为划分种的标准（Tindall et al.，2010）。但 DDH 实验具有耗时费力、易出错、重复性差等特性，常常出现 2 个不同实验室的结果存在显著差异的情况。例如，Ruiz-García 等（2005a）根据测定的 DDH 值低于 47%而确定了枯草芽胞杆菌群的 2 个新种太阳海岸芽胞杆菌（*B. axarquiensis*）和马拉加芽胞杆菌（*B. malacitensis*），但 Wang 等（2007a）的测定结果显示，这 2 个种与莫哈韦芽胞杆菌（*B. mojavensis*）的 DDH 值均超过 83%，而且能区分这 3 个种的表型特征也很少，所以建议把 *B. axarquiensis* 和 *B. malacitensis* 作为 *B. mojavensis* 的同种异名。因此，长期以来，分类学家都想找到基于遗传型（genotype-based）的新标准来替代 DDH（Gevers et al.，2005）。

全基因组序列可以为细菌分类提供全面的信息，同时，由于高通量的费用越来越低的新一代测序技术的出现，细菌的全基因组测序变得快速而便宜，因此，基于基因组同源性的指标完全有可能替代 DDH 而作为细菌定种的新金标（Auch et al.，2010；Konstantinidis and Tiedje，2005a；Meier-Kolthoff et al.，2013；Qin et al.，2014；Richter and Rosselló-Móra，2009；Zhang et al.，2014）。目前，在细菌分类中，除了用核心基因组所包含的基因构建所谓的超级系统发育树（supertree）外，基于全基因组序列的新分类指标还包括：平均氨基酸一致性（average amino acid identity，AAI）、平均核苷酸一致性（average nucleotide identity，ANI）、基因组距离（genome-to-genome distance，GGD）、数字化的 DDH（digital DDH，dDDH）等，常用的方法有：基因组多重比对距离（genome BLAST distance phylogeny，GBDP）、最大独特匹配指数（maximal unique matches index，MUMi）等（Auch et al.，2010；Deloger et al.，2009；Henz et al.，2005；Kim et al.，2014；Konstantinidis and Tiedje，2005；Richter and Rosselló-Móra，2009）。

在这些基于全基因组序列的新分类指标中，ANI 的应用最为广泛，因此它有望成为原核生物定种的新金标。ANI 代表了 2 个基因组之间的平均同源性，由于当时基因组信息有限，在 2005 年首次提出时的定种 ANI 阈值为 94%（对应于 70% DDH）；随着基因组序列的增加，2009 年提出 95%～96% ANI 值等同于 70% DDH 值，现在普遍接受 95%～96%作为定种 ANI 阈值（Konstantinidis and Tiedje，2005；Richter and Rosselló-Móra，2009）。到现在为止，还没有定属的基因组指标，而且这方面的研究也很少。Qin 等（2014）报道认为 ANI 并不适合用于设定属的界限，他们提出了一个新指标——保守蛋白质的百分比（percentage of conserved protein，POCP），他们的分析结果提示，同一个属内的所有成员的保守蛋白质的百分比应该高于 50%。不过，他们只分析了 8 门 12 目 97 属 235 种的真细菌和古菌基因组，整体样本数量有限，而且厚壁菌门只选了 6 个属，芽胞杆菌属只包括 5 个种。现在仅芽胞杆菌目就至少包括 74 个属，因此，ANI 能否用于划分芽胞杆菌的属还有待于研究者的进一步研究。刘波等（2013）采用 Jspecies 软件分析芽胞杆菌全基因组之间平均核苷酸同源性（ANI）的特征性。结果表明，芽胞杆菌属间、种间及亚种间两两菌株间 ANI 与其分类地位相关，具有明显的属种特异性，其中芽胞杆菌科不同属之间的 ANI 值分布于 50%～65%；芽胞杆菌种间 ANI 值均低于 95%，分布在 65%～90%，加权平均数为 70.12%，其中 90%的 ANI 值低于 70%；芽胞杆菌亚种间 ANI 值分布在 90%～96%，占 90%。因此，芽胞杆菌属间的 ANI 鉴定标准建议定为 50%～65%，芽胞杆菌种间的 ANI 鉴定标准建议定为 65%～90%，芽胞杆菌亚种间的 ANI 鉴定标准建议定为 90%～96%。同时，基因组中的四核苷酸（Tetra）回归系数与 ANI 值具有相关性，表现明显属种特征性，回归拟合显示两者呈现一元二次方程关系，$y=271-573.56x+399.65x^2$（$R^2=0.9812$），同时高于 70 的 ANI 值与相应的 Tetra 回归系数呈线性正相关，方程式为 $y=178.58x-81.521$（$R^2=0.8767$）。研究者试图通过芽胞杆菌全基因组的测序，建立以 ANI 为基础的芽胞杆菌种类鉴定系统。

不管怎样，芽胞杆菌的基因组分类学（genomic taxonomy）的时代已经到来。Stropko 等（2014）比较印度芽胞杆菌（*B. indicus*）LMG 22858^T 和食物芽胞杆菌（*B. cibi*）DSM 16189^T 的基因组发现：二者 16S rRNA 序列同源性高达 99.74%，ANI 值为 98.24%，AAI 值为 98.33%、dDDH 值高达 80.3%，远高于这 3 个指标的定种阈值即 95%、95%和 70%，因此，他们认为这 2 个种应合并为 1 个种。研究者有理由相信，今后发表新种时通常会包含标准菌株的基因组信息。

第五节　芽胞杆菌新种发现与发表

一、国际芽胞杆菌新种的发现

1. 国际芽胞杆菌论文发表情况

按通讯作者统计各国（地区）芽胞杆菌分类论文发表情况见表 2-3 和图 2-1。从图 2-1 中可以很明显地看出韩国、日本的芽胞杆菌分类的论文发表比较多。韩国每年都有大量新种发现，在 IJSEM 上发表的论文总数中占的比例最大，其次是日本。中国虽然从 2005 年才有芽胞杆菌分类论文的发表，但是数量并不少，仅次于日本。

表 2-3　近 10 年各国（地区）芽胞杆菌分类论文发表数量

国家/地区	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	总计
中国大陆	0	0	0	0	3	2	4	7	13	4	29
中国台湾	0	0	0	0	0	0	3	3	1	0	7
美国	1	2	1	2	1	3	2	1	3	1	15
韩国	3	4	3	4	10	12	8	10	5	8	67
日本	0	7	3	5	5	1	14	2	2	2	41
法国	0	1	0	1	0	1	0	2	0	0	5
德国	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	6
英国	1	2	0	3	2	0	0	0	0	0	8
西班牙	1	0	0	0	2	1	1	4	4	3	16
澳大利亚	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	6
加拿大	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	3
印度	0	0	0	1	2	1	0	2	1	3	10
泰国	0	0	0	0	1	1	0	2	5	1	10
比利时	0	0	2	5	3	0	0	0	0	0	10
意大利	2	0	0	0	2	1	0	2	0	0	7
俄罗斯	1	0	0	1	1	2	0	1	0	0	6
其他	0	3	5	3	2	2	6	0	0	2	23
总和											260

图 2-1　近 10 年各国（地区）芽胞杆菌分类论文发表数量

从表 2-4 中可以得出韩国和美国每年都有芽胞杆菌新种论文发表，日本除 2001 年外，每年也都有新种发表。韩国每年都有 3 篇以上关于芽胞杆菌新种的论文发表，从 2001 年至 2010 年 8 月为止总共发表 67 篇论文。其次日本总共发表 41 篇，美国虽然每年都有论文发表，但总数比较少，只有 15 篇。中国大陆和中国台湾从 2007 年开始有芽胞杆菌新种的论文发表，至 2010 年 8 月各共有 29 篇和 7 篇。西班牙共有 16 篇，印度、泰国、比利时各有 10 篇。德国、澳大利亚、俄罗斯各有 6 篇，英国有 8 篇，意大利有 7 篇，剩余

表 2-4　2004～2011 年发现的芽胞杆菌新种（亚种）

年份	种名	
2011	1. *Bacillus subtilis* subsp. *inaquosorum* subsp. nov. 2. *Bacillus thermolactis* sp. nov. 3. *Bacillus xiaoxiensis* sp. nov. 4. *Bacillus nanhaiisediminis* sp. nov. 5. *Bacillus alkalisediminis* sp. nov. 6. *Bacillus graminis* sp. nov. 7. *Bacillus kochii* sp. nov.	8. *Bacillus luteolus* sp. nov. 9. *Bacillus iranensis* sp. Nov 10. *Bacillus endoradicis* sp. nov. 11. *Bacillus hemicentroti* sp. nov. 12. *Bacillus daliensis* sp. nov. 13. *Bacillus purgationiresistans* sp. nov.
2010	14. *Paenibacillus edaphicus* comb. nov. 15. *Lysinibacillus sinduriensis* sp. nov. 16. *Bacillus methylotrophicus* sp. nov. 17. *Bacillus siamensis* sp. nov. 18. *Bacillus rigui* sp. nov. 19. *Bacillus marmarensis* sp. nov. 20. *Bacillus halochares* sp. nov.	21. *Bacillus chungangensis* sp. nov. 22. *Bacillus horneckiae* sp. nov. 23. *Bacillus galliciensis* sp. nov. 24. *Amphibacillus jilinensis* sp. nov. 25. *Bacillus nanhaiensis* sp. nov. 26. *Bacillus oceanisediminis* sp. nov. 27. *Bacillus trypoxylicola* sp. nov.
2009	28. *Bacillus beijingensis* sp. nov. 29. *Bacillus ginsengi* sp. nov. 30. *Bacillus subtilis* subsp. *inaquosorum* subsp. nov. 31. *Bacillus neizhouensis* sp. nov. 32. *Bacillus persepolensis* sp. nov. 33. *Bacillus canaveralius* sp. nov.	34. *Janibacter hoylei* sp. nov. 35. *Bacillus isronensis* sp. nov. 36. *Bacillus aryabhattai* sp. nov. 37. *Bacillus acidiproducens* sp. nov. 38. *Bacillus korlensis* sp. nov. 39. *Bacillus solisalsi* sp. nov.
2008	40. *Bacillus butanolivorans* sp. nov. 41. *Bacillus polygoni* sp. nov. 42. *Solibacillus* gen. nov. as *Solibacillus silvestris* comb. nov. 43. *Oceanobacillus caeni* sp. nov. 44. *Rummeliibacillus stabekisii* gen. nov.，sp. nov. 45. *Bacillus aidingensis* sp. nov. 46. *Bacillus pallidus* sp. nov.	47. *Bacillus alkalitelluris* sp. nov. 48. *Bacillus alkalidiazotrophicus* sp. nov. 49. *Bacillus cecembensis* sp. nov. 50. *Bacillus aurantiacus* sp. nov. 51. *Bacillus coahuilensis* sp. nov. 52. *Bacillus isabeliae* sp. nov. 53. *Ureibacillus* gen. nov.
2007	54. *Viridibacillus* gen. nov. 55. *Viridibacillus arvi* gen. nov.，comb. nov.， 56. *Viridibacillus arenosi* comb. nov. 57. *Viridibacillus neidei* comb. nov. 58. *Bacillus plakortidis* sp. nov. 59. *Bacillus murimartini* sp. nov. 60. *Lysinibacillus boronitolerans* gen. nov. sp. nov. 61. *Bacillus kribbensis* sp. nov. 62. *Bacillus qingdaonensis* sp. nov.	63. *Bacillus decisifrondis* sp. nov. 64. *Bacillus lehensis* sp. nov. 65. *Bacillus acidiceler* sp. nov. 66. *Bacillus pocheonensis* sp. nov. 67. *Bacillus chagannorensis* sp. nov. 68. *Bacillus niabensis* sp. nov. 69. *Bacillus selenatarsenatis* sp. nov. 70. *Salimicrobium album* gen. nov.，comb. nov. 71. *Salimicrobium halophilum* comb. nov.
2006	72. *Bacillus safensis* sp. nov. 73. *Bacillus infantis* sp. nov. 74. *Bacillus koreensis* sp. nov. 75. *Bacillus panaciterrae* sp. nov. 76. *Bacillus macauensis* sp. nov. 77. *Bacillus idriensis* sp. nov. 78. *Bacillus taeanensis* sp. nov. 79. *Bacillus tequilensis* sp. nov.	80. *Bacillus seohaeanensis* sp. nov. 81. *Bacillus okhensis* sp. nov. 82. *Bacillus aerophilus* sp. nov. 83. *Bacillus altitudinis* sp. nov. 84. *Bacillus salaries* sp. nov. 85. *Bacillus aerius* sp. nov. 86. *Bacillus stratosphericus* sp. nov. 87. *Bacillus massiliensi* sp. nov.
2005	88. *Bacillus arenosis* sp. nov. 89. *Bacillus velezensis* sp. nov. 90. *Bacillus oshimensis* sp. nov. 91. *Bacillus acidicola* sp. nov. 92. *Bacillus akjbal* sp. nov. 93. *Bacillus alveayuensis* sp. nov. 94. *Bacillus humi* sp. nov. 95. *Bacillus cibi* sp. nov. 96. *Bacillus herbersteinensis* sp. nov. 97. *Bacillus hemicellulosilyticus* sp. nov. 98. *Bacillus ruris* sp. nov. 99. *Bacillus malacitensis* sp. nov.	100. *Bacillus arvi* sp. nov. 101. *Bacillus patagoniensis* sp. nov. 102. *Bacillus litoralis* sp. nov. 103. *Bacillus wakoensis* sp. nov. 104. *Bacillus mannanilyticus* sp. nov. 105. *Bacillus axarquiensis* sp. nov. 106. *Bacillus saliphilus* sp. nov. 107. *Bacillus bogoriensis* sp. nov. 108. *Bacillus muralis* sp. nov. 109. *Bacillus cellulosilyticus* sp. nov. 110. *Bacillus arsenicus* sp. nov.
2004	111. *Bacillus farraginis* sp. nov. 112. *Bacillus hwajinpoensis* sp. nov. 113. *Bacillus macyae* sp. nov. 114. *Bacillus fordii* sp. nov. 115. *Bacillus asahii* sp. nov.	116. *Bacillus furtis* sp. nov. 117. *Bacillus felatini* sp. nov. 118. *Bacillus indicus* sp. nov. 119. *Bacillus vietnamensis* sp. nov.

其他国家总共有 23 篇。按第一作者和通讯作者进行统计，我国从 2005 年才有芽胞杆菌新种论文的发表。发表新种的单位主要为中国科学院（中科院）微生物研究所、云南大学、中国农业大学，其次还有香港大学、南京农业大学，中科院发表的论文有 9 篇，云南大学微生物所有 8 篇，中国农大有 5 篇，南京农业大学有 2 篇，武汉大学 2 篇，首都师范大学 1 篇，兰州大学有 1 篇，香港大学 1 篇。

2. 国际芽胞杆菌新种的发现（2004～2011）

不同的文献来源，由于收集统计的时间、范围、内容、分类体系等的差异，所收集的芽胞杆菌种名数量不同。有的分类系统名录将芽胞杆菌分为一个属，如 2005 年《细菌名称确认名录》（*Approved Lists of Bacterial Names*）收集的芽胞杆菌种名有 175 个，2006 年 NCBI 数据库上收集的芽胞杆菌属（*Bacillus*）的种名有 182 个，2006 年德国微生物菌种保存中心（DSMZ）种名目录收集的芽胞杆菌属的种名有 187 个；有的分类系统将芽胞杆菌分为 20 多个属，如 2004 年出版的第九版《伯杰氏系统细菌学手册：原核生物分类纲要》将芽胞杆菌类细菌分为 35 个属，记述了芽胞杆菌属及其近缘属在内的芽胞杆菌共 409 种，其中有 91 种是同物异名。刘波在出版的《芽胞杆菌文献研究》中列出了芽胞杆菌属的 244 种芽胞杆菌。从 2004 年 5 月至 2011 年 9 月为止发现的芽胞杆菌类新属和新种有 119 个，见表 2-3。

二、我国芽胞杆菌新种的发现

1. 我国芽胞杆菌分类优势单位

国内发表芽胞杆菌新种最多的单位是中国科学院微生物研究所，优势单位为吉首大学、广东省生态环境与土壤研究所、云南大学、福建省农业科学院、中国科学院南海海洋研究所、北京理工大学、南京农业大学、上海海洋大学、浙江大学等。我国地大物博，资源丰富，为芽胞杆菌分类研究提供了有利的条件。

2. 我国芽胞杆菌文献发表情况

近年来我国学者对芽胞杆菌的研究逐渐增多，通过芽胞杆菌分类的研究，发现新的功能基因，并将研究结果应用于工业生产上，从而促进社会发展。芽胞杆菌中存在许多有特殊功能的菌株，在工业、农业、医学等领域研究中有广泛的应用价值。根据维普搜索近 14 年中国关于芽胞杆菌的研究文献见图 2-2。1997 年我国发表的芽胞杆菌文献近百篇，而后逐年迅速增加，2008 年达到高峰，芽胞杆菌文献达 1082 篇。

3. 我国芽胞杆菌新种的发现

2005 年，中国科学家开始发表芽胞杆菌新种。2005～2014 年共发现了 3 个新属，49 个新种。2014 年发表新种 14 种，2013 年发表新种 7 种，2012 年发表新种 2 种，2011 年发表新种 10 种，2010 年发表新种 3 种，2009 年发表新种 4 种，2008 年发表新种 2 种，2007 年发表新种 2 种，2006 年发表新种 2 种，2005 年发表新种 3 种。发表新种较多的单位是中国科学院微生物研究所（6 种），吉首大学（5 种），广东省生态环境与土壤研究

所（4 种），云南大学（4 种），福建省农业科学院（3 种）。发表新种 2 种的有中国科学院南海海洋研究所、北京理工大学、南京农业大学、上海海洋大学、浙江大学。发表新种 1 种的单位有黑龙江农业科学院、大连轻工业学院、华中农业大学、兰州大学、国家海洋局第三海洋研究所、上海光明乳业股份有限公司、首都师范大学、武汉大学、西北农林科技大学、香港大学、中国极地研究所、中国科学院昆明动物研究所、中国科学院南京土壤研究所、中国农业大学。我国发现的芽胞杆菌新种种名目录如下。

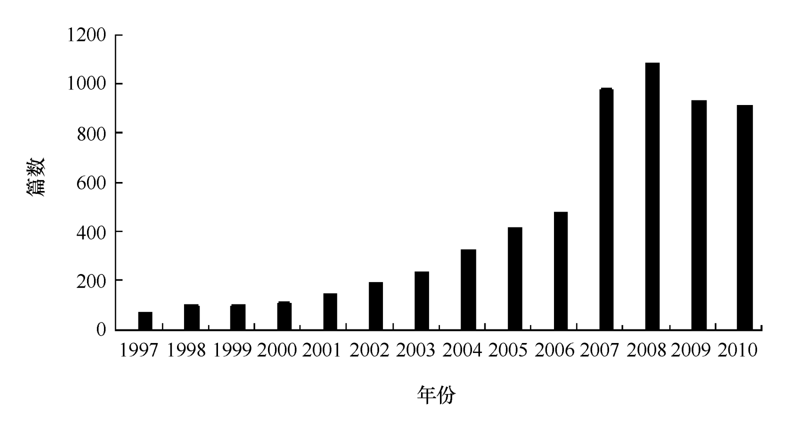


图 2-2　近 14 年中国芽胞杆菌研究文献增长动态

（1）2014 年中国人发表的芽胞杆菌新种

［1］*Bacillus vanillea* sp. nov.（香草芽胞杆菌）

［2］*Bacillus cihuensis* sp. nov.（慈湖芽胞杆菌）

［3］*Bacillus haikouensis* sp. nov.（海口芽胞杆菌）

［4］*Bacillus mesonae* sp. nov.（仙草芽胞杆菌）

［5］*Bacillus thermophilum* sp. nov.（嗜热芽胞杆菌）

［6］*Bacillus huizhouensis* sp. nov.（惠州芽胞杆菌）

［7］*Bacillus daqingensis* sp. nov.（大庆芽胞杆菌）

［8］*Bacillus fengqiuensis* sp. nov.（封丘芽胞杆菌）

［9］*Bacillus qingshengii* sp. nov.（庆盛芽胞杆菌）

［10］*Bacillus alkalicola* sp. nov.（好碱芽胞杆菌）

［11］*Bacillus tianshenii* sp. nov.（天申芽胞杆菌）

［12］*Bacillus ligniniphilus* sp. nov.（嗜木质素芽胞杆菌）

［13］*Bacillus bingmayongensis* sp. nov.（兵马俑芽胞杆菌）

［14］*Bacillus xiamenensis* sp. nov.（厦门芽胞杆菌）

（2）2013 年中国人发表的芽胞杆菌新种

［15］*Bacillus sediminis* sp. nov.（沉积物芽胞杆菌）

［16］*Bacillus oceani* sp. nov.（海洋芽胞杆菌）

［17］*Bacillus borbori* sp. nov.（活性污泥芽胞杆菌）

［18］*Bacillus thermotolerans* sp. nov.（耐温芽胞杆菌）

［19］*Bacillus composti* sp. nov.（堆肥芽胞杆菌）

［20］*Bacillus thermocopriae* sp. nov.（热堆肥芽胞杆菌）

［21］*Bacillus abyssalis* sp. nov.（深海芽胞杆菌）

（3）2012 年中国人发表的芽胞杆菌新种

［22］*Bacillus daliensis* sp. nov.（达里湖芽胞杆菌）

［23］*Bacillus endoradicis* sp. nov.（根内芽胞杆菌）

（4）2011 年中国人发表的芽胞杆菌新种

［24］*Bacillus locisalis* sp. nov.（盐田芽胞杆菌）

［25］*Bacillus hemicentroti* sp. nov.（海胆芽胞杆菌）

［26］*Bacillus beringensis* sp. nov.（白令海芽胞杆菌）

［27］*Bacillus hunanensis* sp. nov.（湖南芽胞杆菌）

［28］*Bacillus xiaoxiensis* sp. nov.（小溪芽胞杆菌）

［29］*Bacillus zhanjiangensis* sp. nov.（湛江芽胞杆菌）

［30］*Bacillus luteolus* sp. nov.（浅橘色芽胞杆菌）

［31］*Bacillus deserti* sp. nov.（沙漠芽胞杆菌）

［32］*Bacillus nanhaiisediminis* sp. nov.（南海沉积物芽胞杆菌）

［33］*Bacillus nanhaiensis* sp. nov.（南海芽胞杆菌）

（5）2010 年中国人发表的芽胞杆菌新种

［34］*Bacillus marcorestinctum* sp. nov.（消瘦芽胞杆菌）

［35］*Bacillus oceanisediminis* sp. nov.（海洋沉积物芽胞杆菌）

［36］*Amphibacillus jilinensis* sp. nov.（吉林兼性芽胞杆菌）

（6）2009 年中国人发表的芽胞杆菌新种

［37］*Bacillus neizhouensis* sp. nov.（雷洲芽胞杆菌）

［38］*Bacillus korlensis* sp. nov.（库尔勒芽胞杆菌）

［39］*Bacillus solisalsi* sp. nov.（盐土芽胞杆菌）

［40］*Bacillus tianmuensis* sp. nov.（天目芽胞杆菌）

（7）2008 年中国人发表的芽胞杆菌新种

［41］*Bacillus pallidus* sp. nov.（苍白芽胞杆菌）

［42］*Bacillus aidingensis* sp.（艾丁湖芽胞杆菌）

（8）2007 年中国人发表的芽胞杆菌新种

［43］*Bacillus qingdaonensis* sp. nov.（青岛芽胞杆菌）

［44］*Alkalibacillus halophilus* sp. nov.（喜盐碱芽胞杆菌）

（9）2006 年中国人发表的芽胞杆菌新种

［45］*Caldalkalibacillus thermarum* gen. nov.，sp. nov.（温泉热碱芽胞杆菌）

［46］*Bacillus macauensis* sp. nov.（澳门芽胞杆菌）

（10）2005 年中国人发表的芽胞杆菌新种

［47］*Bacillus nematocida* sp. nov.（杀线虫芽胞杆菌）

［48］*Salinibacillus aidingensis* gen. nov.，sp. nov.（艾丁湖盐渍芽胞杆菌）

［49］*Tenuibacillus multivorans* gen. nov.，sp. nov.（多食细纤芽胞杆菌）

第三章　芽胞杆菌分类系统演化

第一节　芽胞杆菌分类系统建立

一、芽胞杆菌属分类系统的研究

《伯杰氏鉴定细菌学手册》（第一至五版）芽胞杆菌分类系统出版年代为 1923～1939 年，此时，芽胞杆菌为一个属，尚未有近缘属的分化。芽胞杆菌属（*Bacillus*）是一类产芽胞的革兰氏阳性细菌，好氧或兼性厌氧生活。1872 年 Cohn 根据细菌的形态特征建立了第一个细菌分类系统，命名了芽胞杆菌属。《伯杰氏鉴定细菌手册》（第五版）前的芽胞杆菌分类系统，芽胞杆菌始终是一个属，早期的芽胞杆菌分类主要是根据好氧性和是否产芽胞，所以有很多生理生化和遗传学特征迥异的菌归入这个属。1981 年 Gordon 记载了芽胞杆菌属的分类状况，尽管此分类体系的依据主要是表观特征，但为芽胞杆菌属的现代分类体系建立了良好的基础。现在的分类研究大多采用多相分类法，即将形态、生理生化、化学（DNA 碱基 GC 分析、脂肪酸类型）、分子（DNA 同源性分析、16S rRNA 测序）等方法相结合，根据所得数据进行综合分析，得出相对比较精确的分类结果。刘波（2006）把芽胞杆菌作为一个属，在《芽胞杆菌文献研究》中列出了芽胞杆菌属的 244 个种。

二、芽胞杆菌近缘属分类系统的研究

《伯杰氏鉴定细菌学手册》（第六至八版）芽胞杆菌分类系统出版年代为 1948～1974 年，此时，芽胞杆菌分化出多个近缘属。Cohn（1872）建立的芽胞杆菌，由于其模式菌株所包括的表型特征范围较广泛，很多生理生化和遗传学特征迥异的细菌都可以归入芽胞杆菌分类范畴内。不同的文献来源，由于收集统计的时间、范围、内容、分类体系等的差异，所收集的芽胞杆菌种名数量不同。从《伯杰氏鉴定细菌手册》第六版开始，有了芽胞杆菌近缘属的分化，第八版中芽胞杆菌的分类概况见图 3-1，该手册列出了 48 种芽胞杆菌，其中在当时有 26 种没有得到广泛认可，在此版中，大部分的芽胞杆菌种均归在芽胞杆菌属内。分类阶元为芽胞杆菌科（Bacillaceae），芽胞杆菌属。

三、非芽胞杆菌科分类系统的研究

1984～1986 年《伯杰氏鉴定细菌学手册》改名为《伯杰氏系统细菌学手册》，出版了第一版。2001～2012 年出版了第二版，分五卷出版。《伯杰氏系统细菌学手册》第二版中列述了芽胞杆菌 22 个属的 212 种芽胞杆菌，这些种中不包括同物异名，具体属名见表 3-1 和图 3-2。其中归于 Bacillaceae 的属有 *Bacillus*，*Amphibacillus*，*Filobacillus*，

Geobacillus，*Gracilibacillus*，*Halobacillus*，*Jeotgalibacillus*，*Lentibacillus*，*Marinibacillus*，*Oceanobacillus*，*Paraliobacillus*，*Salibacillus*，*Ureibacillus*，*Virgibacillus Anoxybacillus*；归于 Sporolactobacillaceae 的属有 *Sporolactobacillus*；归于 Alicyclobacillaceae 的有 *Alicyclobacillus*，*Sulfobacillus*；归于 Paenibacillaceae 的有 *Paenibacillus*，*Aneurinibacillus*，*Brevibacillus*，*Thermobacillus*。每个属内含有的种数见表 3-2。

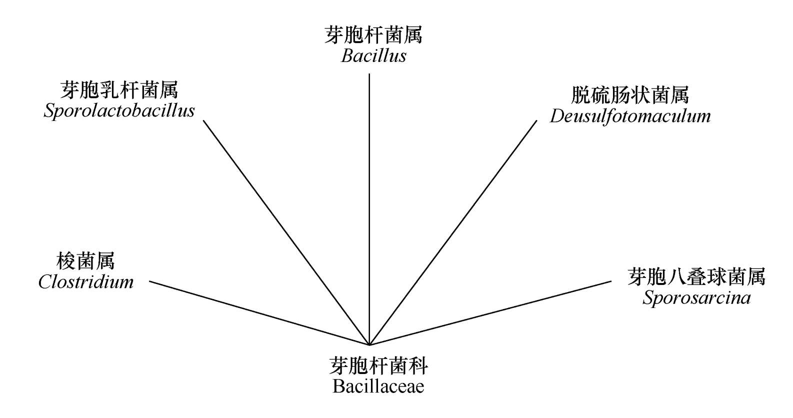


图 3-1　第八版《伯杰氏鉴定细菌学手册》中芽孢杆菌的分类概况系谱图

表 3-1　属于芽孢杆菌科的芽孢杆菌

属名	中文名称	命名人	命名时间（年）	属内种个数	原属名
[1] *Amphibacillus*	兼性芽孢杆菌属	Niimura et al.	1990	3	*Bacillus*
[2] *Anoxybacillus*	厌氧芽孢杆菌属	Pikuta et al.	2000	2	
[3] *Bacillus*	芽孢杆菌属	Cohn	1872	93（2 个亚种）	
[4] *Filobacillus*	线性芽孢杆菌属	Schlesner et al.	2001	1	
[5] *Geobacillus*	土芽孢杆菌属	Nazina et al.	2001	10	
[6] *Gracilibacillus*	薄壁芽孢杆菌属	Wain et al.	1999	2	
[7] *Halobacillus*	喜盐芽孢杆菌	Spring et al.	1996	5	
[8] *Jeotgalibacillus*	咸海鲜芽孢杆菌属	Yoon et al.	2001	1	
[9] *Lentibacillus*	慢生芽孢杆菌属	Yoon et al.	2002	1	
[10] *Marinibacillus*	海洋芽孢杆菌属	Yoon et al.	2001	1	*Bacillus*
[11] *Oceanobacillus*	大洋芽孢杆菌属	Lu et al.	2002	1	
[12] *Paraliobacillus*	海境芽孢杆菌属	Ishikawa et al.	2003	1	
[13] *Salibacillus*	需盐芽孢杆菌属	WainΦ et al.	1999	2	
[14] *Ureibacillus*	尿素芽孢杆菌属	Fortina et al.	2001	2	
[15] *Virgibacillus*	枝芽孢杆菌属	Heyndrickx et al.	1999	7	

目前，国际上主要以在 IJSEM 上发表的芽孢杆菌种名为合格名称。此外，在《伯杰氏系统细菌学手册》第二版中还有 13 个不产芽孢的但在学名拉丁文书写上和芽孢杆菌属（*Bacillus*）的拉丁之词尾相似的其他属，即①*Lactobacillus*；②*Paralactobacillus*；③*Marinilactibacillus*；④*Coprobacillus*；⑤*Streptobacillus*；⑥*Methylobacillus*；⑦*Actinobacillus*；⑧*Flectobacillus*；⑨*Heliobacillus*；⑩ *Thiobacillus*；⑪ *Acidithiobacillus*；⑫ *Thermithiobacillus*；⑬ *Halothiobacillus*。

表 3-2　属于非芽胞杆菌科的芽胞杆菌

属名	中文名称	命名人	命名时间（年）	属内种个数	原属名
[16] *Alicyclobacillus*	环脂酸芽胞杆菌属	Wisotzkey et al.，	1992	8（2 个亚种）	
[17] *Aneurinibacillus*	解硫胺素芽胞杆菌属	Shida et al.，	1996	4	*Bacillus*
[18] *Brevibacillus*	短芽胞杆菌属	Shida et al.，	1996	12	*Bacillus*
[19] *Paenibacillus*	类芽胞杆菌属	Ash et al.，	1994	45(1 个亚种)	*Bacillus*
[20] *Sporolactobacillus*	芽胞乳杆菌属	Kitahara and Suzuki	1967	6（2 个亚种）	
[21] *Suflobacillus*	硫化芽胞杆菌属	Golovacheva and Karavaiko	1991	3	
[22] *Thermobacillus*	热芽胞杆菌属	Touzel et al.，	2000	1	*Thermobacillus*

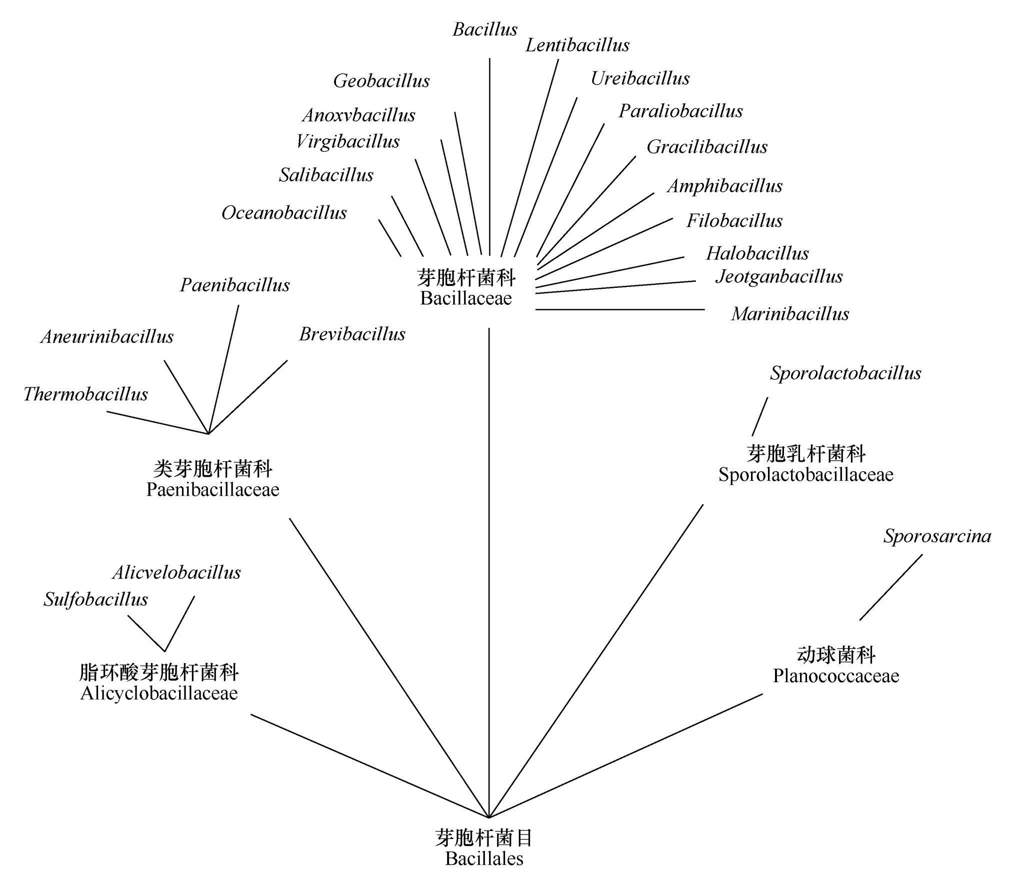


图 3-2　《伯杰氏系统细菌学手册》第二版中芽胞杆菌分化系谱图

第二节　芽胞杆菌类群的划分

一、基于表型的芽胞杆菌类群划分

1. 概述

芽胞杆菌具有生理多样性，它可以由依据许多生理、生化及形态特征的同源性来划

分类群的数值分类来显示其价值。通过这种方法可以发现许多表型相似的菌株，这对于其他种类也是适用的。关于芽胞杆菌的全面性数据研究的三大系统已经得出必要的相似结果（Priest et al.，1988）。芽胞杆菌被划分为七大群，这在很多方面与种类划分是类似的。在这些群体中包括许多种类（详见表 3-3～表 3-9）。下面就是 Priest 等（1988）基于数值分类上的描述。

表 3-3　类群 I 多黏芽胞杆菌菌群

种	G+C mol%含量 [b]	RNA 群 [c]	类群特征
Bacillus alvei（蜂房芽胞杆菌）	46	3	所有这些菌种都是兼性厌氧的，在缺氧条件下生长旺盛。可以将各种糖发酵产生酸。芽胞为椭圆形，比菌体宽度大
Bacillus amylolyticus（溶淀粉芽胞杆菌）	53	3	
Bacillus apiarius（蜜蜂芽胞杆菌）[a]	—	—	
Bacillus azotofixans（产氮芽胞杆菌）	52	3	
Bacillus circulans（环状芽胞杆菌）	39	1	
Bacillus glucanolyticus（解葡聚糖芽胞杆菌）	48	—	
Bacillus larvae（幼虫芽胞杆菌）	38	3	
Bacillus lautus（灿烂芽胞杆菌）	51	1	
Bacillus lentimorbus（乳病芽胞杆菌）	38	1	
Bacillus macerans（浸麻芽胞杆菌）	52	3	
Bacillus macquariensis（马阔里芽胞杆菌）	40	3	
Bacillus pabuli（饲料芽胞杆菌）	49	3	
Bacillus polymyxa（多黏芽胞杆菌）	44	3	
Bacillus popilliae（丽金龟子芽胞杆菌）	41	1	
Bacillus psychrosaccharolyticus（冷解糖芽胞杆菌）	44	1	
Bacillus pulvifaciens（尘埃芽胞杆菌）	44	3	
Bacillus thiaminolyticus（溶硫胺素芽胞杆菌）	53	—	
Bacillus validus（强壮芽胞杆菌）	54	—	

注：a.有标记的种类是没有在细菌列表或者补充中出现的名称，还没有被准确地发表。b.碱基组成的数据来自于典型菌株或者是几个菌株数据的变化范围。c.RNA 组成依据 Ash 等（1991）和 Wisotzkey 等（1992）的工作。UG 表示 ungrouped；—表示没有数据。资料来源：Priest，1993

2. 类群 I 多黏芽胞杆菌群

类群 I 包括多黏芽胞杆菌（*Bacillus polymyxa*），还包括蜂房芽胞杆菌（*Bacillus alvei*）、环状芽胞杆菌（*Bacillus circulans*）和浸麻芽胞杆菌（*Bacillus macerans*），均是产生比菌体宽度大的芽胞的种类。这些种类都是兼性厌氧菌，可以发酵各种糖类，提供维生素和氨基酸时才可良好生长。它们会分泌许多胞外酶类，如淀粉酶，包括纤维素酶、果胶酶和支链淀粉酶在内的 β-葡聚糖酶。

3. 类群 II 枯草芽胞杆菌群

类群 II 包括枯草芽胞杆菌（*Bacillus subtilis*），以及和它相近的解淀粉芽胞杆菌（*Bacillus amyloliquefaciens*）、地衣芽胞杆菌（*Bacillus licheniformis*）和短小芽胞杆菌

（*Bacillus pumilus*）。这些细菌产生的芽胞与菌体宽度相同，大都是严格需氧菌，但是也有许多具有有限的发酵糖类的能力，可利用葡萄糖和硝酸盐作为暂时性的电子受体从而可以在缺氧条件下生长，如枯草芽胞杆菌（*Bacillus subtilis*）；还有一些种类是真正的兼性厌氧菌，如炭疽芽胞杆菌（*Bacillus antracis*）、蜡样芽胞杆菌（*Bacillus cereus*）、地衣芽胞杆菌（*Bacillus licheniformis*）和苏云金芽胞杆菌（*Bacillus thuringiensis*）。这些种类可分泌许多胞外酶包括许多具有商业价值的淀粉酶，β-葡聚糖酶和蛋白酶（Priest，1987）（表 3-4）。

表 3-4　类群 II 枯草芽胞杆菌菌群

种	G+C mol%含量 [b]	RNA 群 [c]	类群特征
Bacillus alcalophilus（嗜碱芽胞杆菌）	37	UG	所有种群可以将各种糖(包括葡萄糖)发酵产生酸。大多数在缺氧条件下至少可以微弱地生长，尤其是存在氮源的情况下。芽胞为椭圆形，与菌体宽度相同
Bacillus amyloliquefaciens（解淀粉芽胞杆菌）	43	1	
Bacillus anthracis（炭疽芽胞杆菌）	33	1	
Bacillus subtilis subsp. atrophaeus（枯草芽胞杆菌黑色变种）	42	1	
Bacillus carotarum（胡萝卜芽胞杆菌）[a]	—	—	
Bacillus firmus（坚强芽胞杆菌）	41	1	
Bacillus flexus（弯曲芽胞杆菌）	38	—	
Bacillus laterosporus（侧胞芽胞杆菌）	40	5	
Bacillus lentus（迟缓芽胞杆菌）	36	1	
Bacillus licheniformis（地衣芽胞杆菌）	45	1	
Bacillus megaterium（巨大芽胞杆菌）	37	1	
Bacillus mycoides（蕈状芽胞杆菌）	34	1	
Bacillus niacini（烟酸芽胞杆菌）	38	—	
Bacillus pantothenticus（泛酸芽胞杆菌）	37	1	
Bacillus pumilus（短小芽胞杆菌）	41	1	
Bacillus simplex（简单芽胞杆菌）	41	1	
Bacillus subtilis（枯草芽胞杆菌）	43	1	
Bacillus thuringiensis（苏云金芽胞杆菌）	34	1	

注：a.有标记的种类是没有在细菌列表或者补充中出现的名称，还没有被准确地发表。b.碱基组成的数据来自于典型菌株或者是几个菌株数据的变化范围。c.RNA 组成依据 Ash 等（1991）和 Wisotzkey 等（1992）的工作。UG 表示 ungrouped；—表示没有数据。资料来源：Priest，1993

4. 类群 III 短芽胞杆菌群

类群 III 是分类上最有异议的，具有生理多样性的细菌，这一种群是以短芽胞杆菌（*Bacillus brevis*）这类严格需氧，不能发酵糖产生酸，以及具有卵圆形、胞囊膨胀的芽胞菌株为基础的。在这一种群中，还包括栗褐芽胞杆菌（*Bacillus badius*）和费氏芽胞杆菌（*Bacillus freudenfeichii*）（表 3-5）。

5. 类群 IV 球形芽胞杆菌群

类群 IV 是具有椭圆形芽胞的芽胞杆菌。这是一类系统发生相似的种类，包括球形芽胞杆菌（*Bacillus sphaericus*）、嗜冷菌奇特芽胞杆菌（*Bacillus insolitus*）和嗜冷芽胞杆菌

（*Bacillus psychrophilus*）及其他种类。这类菌群的主要特点是以赖氨酸或者鸟氨酸代替了它们细胞壁中肽聚糖的内消旋-二氨基庚二酸（*meso*-diaminopimelic acid）。这些细菌是严格需氧菌，而球形芽胞杆菌不需要糖即可生长。尽管它们可以代谢精氨酸、谷氨酸和组氨酸，但是乙酸盐是其更偏爱的碳源和能量来源（表 3-6）。

表 3-5　类群 III 短芽胞杆菌菌群

种	G+C mol%含量 [b]	RNA 群 [c]	类群特征
Bacillus alginolyticus（解藻酸芽胞杆菌）	48	—	严格需氧型，不能从糖中产酸；产生比菌体宽度大的椭圆形芽胞
Bacillus aneurinilyticus（解硫胺素芽胞杆菌）	42	UG	
Bacillus azotoformans（产氮芽胞杆菌）	39	1	
Bacillus badius（栗褐芽胞杆菌）	44	1	
Bacillus brevis（短芽胞杆菌）	47	4	
Bacillus chondroitinus（软骨素芽胞杆菌）	47	—	
Bacillus freudenreichii（费氏芽胞杆菌）[a]	44	—	
Bacillus gordonae（戈登芽胞杆菌）	55	3	

注：a. 有标记的种类是没有在细菌列表或者补充中出现的名称，还没有被准确地发表。b. 碱基组成的数据来自于典型菌株或者是几个菌株数据的变化范围。c. RNA 组成依据 Ash 等（1991）和 Wisotzkey 等（1992）的工作。UG 表示 ungrouped；—表示没有数据。资料来源：Priest，1993

表 3-6　类群 IV 球形芽胞杆菌菌群

种	G+C mol%含量 [b]	RNA 群 [c]	类群特征
Bacillus aminovorans（食氨基酸芽胞杆菌）[a]	40	—	产生比菌体宽度大的芽胞。细胞壁成分中含有 L-赖氨酸或者鸟氨酸。所有种类都为严格需氧型，但少数具有从糖中产酸的有限能力
Bacillus fusiformis（纺锤形芽胞杆菌）	36	2	
Bacillus globisporus（球胞芽胞杆菌）	40	2	
Bacillus insolitus（奇特芽胞杆菌）	36	2	
Bacillus marinus（海洋芽胞杆菌）	39	—	
Bacillus pasteurii（巴斯德氏芽胞杆菌）	38	2	
Bacillus psychrophilus（嗜冷芽胞杆菌）	42	2	
Bacillus sphaericus[d]（球形芽胞杆菌）	37	2	

注：a. 有标记的种类是没有在细菌列表或者补充中出现的名称，还没有被准确地发表。b. 碱基组成的数据来自于典型菌株或者是几个菌株数据的变化范围。c. RNA 组成依据 Ash 等（1991）和 Wisotzkey 等（1992）的工作。UG 表示 ungrouped；—表示没有数据。d. 球形芽胞杆菌（*Bacillus sphaericus*）菌群至少包括 5 个种类的形成球形芽胞的细菌。资料来源：Priest，1993

6. 类群 V 嗜热芽胞杆菌群（The thermophiles）

类群 V 大多数数值分类研究都将嗜热菌单独划分为该类群（表 3-7）。这个类群包括很多在生理和形态上不同的细菌，它们的能量代谢也有所不同，包括从严格需氧菌到微需氧菌的许多细菌。实际上，有些种类是化能自养菌，它们可以以二氧化碳或者一氧化碳作为唯一的碳源，如施氏芽胞杆菌（*Bacillus schlegelii*）。嗜热菌具有系统发生上的多样性（Ash et al.，1991），最近这种嗜酸嗜热细菌被划分为一个新的种类即嗜酸芽胞杆菌

脂环酸芽胞杆菌属（*Alicyclobacillus*）（Wisotzkey et al.，1992）（类群 VI）。对于许多菌株，如环状芽胞杆菌（*Bacillus circulans*）、巨大芽胞杆菌（*Bacillus megaterium*）、球形芽胞杆菌（*Bacillus sphaericus*）、嗜热脂肪芽胞杆菌（*Bacillus stearothermophilus*）和枯草芽胞杆菌（*Bacillus subtilis*），利用这些技术来鉴定，揭示了菌株存在大量多态性，这些种属中的每一个种都有可能代表几个类群（Gordon et al.，1973）。例如，枯草芽胞杆菌群（*Bacillus subtilis sensu lato*）包括解淀粉芽胞杆菌（*Bacillus amyloliquefaciens*），深褐芽胞杆菌（*Bacillus atropheus*）及枯草芽胞杆菌（*Bacillus subtilis*）本身。环状芽胞杆菌群（*Bacillus circulans sensu lato*）包括解藻酸芽胞杆菌（*Bacillus alginolyticus*），溶淀粉芽胞杆菌（*Bacillus amylolyticus*），饲料芽胞杆菌（*Bacillus pabuli*）和强壮芽胞杆菌（*Bacillus validus*），以及其他一些具有 DNA 同源性的种。

表 3-7　类群 V 嗜热芽胞杆菌

种	G+C mol%含量 [a]	RNA 群 [b]	类群特征
Bacillus coagulans（凝结芽胞杆菌）	44	1	所有的细菌都可以在 50℃或者更高温度生长。从生理和形态上说，它们具有多样性，但是大多数产生比菌体宽度大的卵形芽胞。
Bacillus flavothermus（黄热芽胞杆菌）	61	—	
Bacillus kaustophilus（嗜酷热芽胞杆菌）	53	5	
Bacillus pallidus（苍白芽胞杆菌）	40	—	
Bacillus schlegelii（施氏芽胞杆菌）	64	—	
Bacillus smithii（史氏芽胞杆菌）	39	1	
Bacillus stearothermophilus（嗜热脂肪芽胞杆菌）	52	5	
Bacillus thermocatenulatus（热小链芽胞杆菌）	69	—	
Bacillus thermocloacae（热阴沟芽胞杆菌）	42	—	
Bacillus thermodenithrificans（热脱氮芽胞杆菌）	52	—	
Bacillus thermogucosidasius（嗜热双歧芽胞杆菌）	45	5	
Bacillus thermoleovorans（热噬油芽胞杆菌）	55	—	
Bacillus thermoruber（热红芽胞杆菌）	57	—	
Bacillus tusciae（热泉芽胞杆菌）	58	—	

注：a. 碱基组成的数据来自于典型菌株或者是几个菌株数据的变化范围。b. RNA 组成依据 Ash 等（1991）和 Wisotzkey 等（1992）的工作。UG 表示 ungrouped；—表示没有数据。资料来源：Priest，1993

7. 类群 VI 嗜酸芽胞杆菌群（Alicyclobacillus）

这表明嗜酸菌以多个分支进行独立进化（表 3-8）。尽管大多数情况下都是利用 DNA 重组来进行种的分类，但数值分类也有助于在种属水平上划清芽胞杆菌的关系。通常认为，数值分类和 DNA 同源分类所得到的结果是一致的。

8. 类群 VII 不确定芽胞杆菌群（unassigned species）

分类体系的重新划分及新菌株的出现，更加扩大了芽胞杆菌的范围（表 3-9）。

表 3-8　类群 VI 嗜酸芽胞杆菌菌群

种	G+C mol%含量 [a]	RNA 群 [b]	类群特征
Alicyclobacillus acidocaldarius（酸热脂环酸芽胞杆菌）	60	6	嗜热嗜酸菌，细胞膜含有 ω-脂肪族脂肪酸
Alicyclobacillus acidoterrestris（酸土脂环酸芽胞杆菌）	52	6	
Alicyclobacillus cycloheptanicus（环庚基脂环酸芽胞杆菌）	56	6	

注：a. 碱基组成的数据来自于典型菌株或者是几个菌株数据的变化范围。b. RNA 组成依据 Ash 等（1991）和 Wisotzkey 等（1992）的工作。UG 表示 ungrouped；—表示没有数据。资料来源：Priest，1993

表 3-9　不确定类群

种	G+C mol%含量 [a]	RNA 群 [b]	类群特征
Bacillus benzoevorans（食苯芽胞杆菌）	41	1	
Bacillus fastidiosus（苛求芽胞杆菌）	35	1	
Bacillus naganoensis（长野芽胞杆菌）	45	—	

注：a. 碱基组成的数据来自于典型菌株或者是几个菌株数据的变化范围。b. RNA 组成依据 Ash 等（1991）和 Wisotzkey 等（1992）的工作。UG 表示 ungrouped；—表示没有数据。资料来源：Priest，1993

二、基于 16S rRNA 序列分类的芽胞杆菌类群划分

1. 概述

1991 年 Ash 等研究了 51 个菌株的 rRNA 序列（长度为 1332 nt），结果表明至少存在 5 个系统发育类群（图 3-3），这个结果推动了对芽胞杆菌系统发育分类的研究。到目前为止，已经从 *Bacillus* 分化和建立起 35 个新属。目前大多数芽胞杆菌分类学的研究主要集中在 *Bacillus* 的分化中，已经描述了 200 多个种类，其中 90%以上仍旧为 *Bacillus* 的成员。Fox 等（1977）、Clausen 等，（1985）、Stackebrandt 等（1987）和 Ash 等（1991）先后研究了芽胞杆菌的系统分类，一些系统发育明显差异的种类以后被分类为新的属。

2. 芽胞杆菌第 I 群

包含 28 种：*B. acidoterrestris*、*B. amyloliquefaciens*、*B. anthracis*、*B. atrophaeus*、*B. azotoformans*、*B. badius*、*B. benzoevorans*、*B. cereus*、*B. circulans*、*B. coagulans*、*B. fastidiosus*、*B. firmus*、*B. lautus*、*B. lentimorbus*、*B. lentus*、*B. licheniformis*、*B. maroccanus*、*B. medusa*、*B. megaterium*、*B. mycoides*、*B. pantothenticus*、*B. popilliae*、*B. psychrosaccharolyticus*、*B. simplex*、*B. smithii*、*B. subtilis*、*B. thuringiensis*。这一类群包含的成员最多，具有明显的异质性，可以再细分出几个进化支，例如，*B. anthracis*、*B. cereus*、*B. medusa*、*B. mycoides* 和 *B. thuringiensis*；*B. atrophaeus*、*B. amyloliquefaciens*、*B. lautus*、*B. lentimorbus*、*B. lichenijormis*、*B. popilliae*、*B. pumilus* 和 *B. subtilis*；*B. maroccanus*、*B. simplex* 和 *B. psychrosaccharolyticus* 分别聚类到 3 个进化支。



图 3-3　基于 16S rRNA 序列的芽胞杆菌属的系统发育分析（摘自 Ash et al.，1991）

3. 芽胞杆菌第 II 类群

包括 *B. fusiformis*、*B. globisporus*、*B. insolitus*、*B. pasteurii*、*B. psychrophilus* 和 *B. sphaericus*。*Sporosarcina ureae* 也聚类到该群，提示了它们的亲缘关系。

4. 芽胞杆菌第 III 类群

包括 *B. alvei*、*B. amylolyticus*、*B. azotofixans*、*B. gordonae*、*B. larvae*、*B. macerans*、*B. macquariensis*、*B. pabuli*、*B. polymyxa*、*B. pulvifaciens*。这一类群与其他类群的同源性较低［有些种被划分到其他属，如 *B. larvae* 和 *B. pulvifaciens* 转移到类芽胞杆菌属（*Paenibacillus*）］。

5. 芽胞杆菌第 IV 类群

仅仅包括 2 个种：*B. brevis* 和 *B. laterosporus*，与其他类群的相关性明显降低［事实

上它们后来被划分到短芽胞杆菌属（*Brevibacillus*）]。

6. 芽胞杆菌第 V 类群

只包含 3 个种：*B. kaustophilus*、*B. stearothermophilus* 和 *B. thermoglucosidasius* [这 3 个种都是嗜热菌，但 *B. kaustophilus* 和 *B. stearothermophilus* 转移到地芽胞杆菌属 *Geobacillus*]]。

此外，嗜热嗜酸菌（*B. cycloheptanicus*）、嗜碱菌（*B. alcalophilus*）、*B. aneurinilyticus* 和芽胞乳杆菌属的 *Sporolactobacillus inulinus* 都不能聚类到上述某一类群中，说明它们是各自独立的进化支。随后，Nielsen 等（1994）分析 14 个嗜碱或耐碱芽胞杆菌菌株的 16S rRNA 系统发育关系，发现 *B. alcalophilus* 与另外 8 个菌株聚类成与上述 5 个类群不同的单独一个类群，即第 VI 类群。*B. cycloheptanicus* 已经被划分到了环脂酸芽胞杆菌科的环脂酸芽胞杆菌属（*Alicyclobacillus*），*B. aneurinolyticus* 也被划分到类芽胞杆菌科的解硫胺素芽胞杆菌属（*Aneurinibacillus*）。

7. 芽胞杆菌亚群划分

到了 2007 年，随着芽胞杆菌的 16S rRNA 序列信息增加，芽胞杆菌属中的 65 种可以被分为 11 个亚类群，分别如下（Ludwig et al.，2007）。

（1）*B. subtilis*、*B. amyloliquefaciens*、*B. atrophaeus*、*B. mojavensis*、*B. licheniformis*、*B. sonorensis*、*B. vallismortis*、*B. popilliae*。

（2）*B. farraginis*、*B. fordii*、*B. fortis*、*B. lentus*、*B. galactosidilyticus*。

（3）*B. asahii*、*B. bataviensis*、*B. benzoevorans*、*B. circulans*、*B. cohnii*、*B. firmus*、*B. flexus*、*B. fumarioli*、*B. infernus*、*B. jeotgali*、*B. luciferensis*、*B. megaterium*、*B. methanolicus*、*B. niacini*、*B. novalis*、*B. psychrosaccharolyticus*、*B. simplex*、*B. soli*、*B. vireti*。

（4）*B. anthracis*、*B. cereus*、*B. mycoides*、*B. thuringiensis*、*B. weihenstephanensis*。

（5）*B. aquimaris*、*B. marisflavi*。

（6）*B. badius*、*B. coagulans*、*B. thermoamylovorans*、*B. acidicola*、*B. oleronius*、*B. sporothermodurans*。

（7）*B. alcalophilus*、*B. arsenicoselenatis*、*B. clausii*、*B. gibsonii*、*B. halodurans*、*B. horikoshii*、*B. krulwichiae*、*B. okhensis*、*B. okuhidensis*、*B. pseudalcaliphilus*、*B. pseudofirmus*。

（8）*B. arsenicus*、*B. barnaricus*、*B. gelatini*、*B. decolorationis*。

（9）*B. carboniphilus*、*B. endophyticus*、*B. smithii*。

（10）*B. pallidus*。

（11）*B. funiculus*、*B. panaciterrae*。

第三节　芽胞杆菌近缘属的分化

一、芽胞杆菌近缘属分化依据

1. 芽胞杆菌近缘属分化起源

从《伯杰氏鉴定细菌学手册》第六版（1948 年出版）后，芽胞杆菌属（*Bacillus*）已

被分化出多个近缘属。芽胞杆菌属及其近缘属的特征也有所变化，芽胞杆菌近缘属的描述是：细胞为直的杆状，大小为（0.3～2.2）μm×（1.2～7.0）μm，大多数能够运动，鞭毛周生，能形成抗热芽胞，胞囊中仅有一个芽胞，暴露于空气中不会阻碍芽胞的形成，革兰氏阳性或仅在生命早期革兰氏阳性，化能异养，能利用各种基质，氧化型或发酵型代谢，氧化型代谢的末端电子受体是分子氧，有的种以 NO^{3-}代替作为电子受体，大多数产过氧化氢酶，严格好氧或兼性厌氧，DNA 的 G+C mol%为 32%～62%。

2. 基于表型特征的芽胞杆菌近缘属分化

但随着大量新种的出现，有些表型性状出现了异质化。例如，不是所有的芽胞杆菌都呈革兰氏反应阳性，出现了革兰氏反应阴性种类；有些芽胞杆菌可以兼性厌氧，出现了厌氧的种类；基因组的 G+C mol%含量变化范围非常大等。这些异质化的表型暗示：芽胞杆菌属被重新再细分是很有必要的。

3. 基于分子特征的芽胞杆菌近缘属分化

20 世纪 80 年代末期，基于 16S rRNA 序列的芽胞杆菌系统发育分析已经开展了，其结果进一步证实了芽胞杆菌属在进化上的异质性（Stackebrandt et al.，1987）。但当时有 16S rRNA 序列的种类偏少，不能提供进行分类的足够信息。1991 年，Ash 等发现：根据芽胞杆菌属 51 个种的模式菌株的 16S rRNA 基因序列同源性，可以将它们区分为至少 5 个系统发育类群（Ash et al.，1991）。同一年，Rössler 等（1991）发表了类似的研究结果，其中，他们的 4 个系统发育类群与 Ash 等的结果高度一致。

4. 基于多相特征的芽胞杆菌类属分化

韩延平和杨瑞馥（2001）对需氧芽胞杆菌的分类研究做过系统的描述，根据《伯杰氏系统细菌学手册》第二版较全面地对芽胞杆菌属的分化的确立依据及模式菌株主要特征进行描述。根据细胞形状、芽胞形状、胞囊、需氧、过氧化氢酶、硝酸还原、10% NaCl、最佳 pH、最佳温度、肽聚糖类型、主要异戊二烯醌类、脂肪酸类型、G+C mol%指标，对产芽胞的芽胞杆菌 22 个属的模式菌株的特征列于表 3-10～表 3-15 进行比较。

二、芽胞杆菌属分化结果

1. 芽胞杆菌新属的分化

传统的检索特征，如杆状形态、好氧代谢、芽胞形成等在限制这个属的概念中失去意义。还有一些分类学家并不认同这样的分类学，通过显微镜观察和生长特征仍然比确定 16S rDNA 的初级结构和后续的系统发育快得多。考虑到尽量减少属内种类的异质性，应用分子生物学技术和系统发育方法对于指导今后的分类学具有重要意义。系统发育分类有时与表型特征分类并不表现出一致性。另外一些明显特征如化学分类特征应用也是重要的，例如，Wisotzkey 等（1992）使用 ω-脂环酸确定了 *Alicyclobacillus* 种类。到目前为止，已从 *Bacillus* 分化和建立起 35 个新属，见表 3-17。

表 3-10　属于芽胞杆菌科 *Bacillus*、*Amphibacillus*、*Anoxybacillus*、*Filobacillus* 属的主要特征

特征	*Bacillus*	*Amphibacillus*	*Anoxybacillus*	*Filobacillus*
细胞形状	杆状	杆状	杆状	杆状
芽胞形状	椭圆或圆形	椭圆	圆形	圆形
胞囊	V	膨大		膨大
需氧	V	V	厌氧	严格好氧
过氧化氢酶	+	+	V	+
硝酸还原	–		+	–
10% NaCl	V	–	–	+
最佳 pH	7.0～9.5	8.0～10.0	9.5～9.7	7.3～7.8
最佳温度/℃	15～55	37	62	33～38
肽聚糖类型	V	meso-DAP		L-Orn-d-Glu
主要异戊二烯醌类	MK-7	无		
脂肪酸类型	V		anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$	
G+Cmol%	32～69	36～38	42	35
模式种	*Bacillus subtilis*	*Amphibacillus xylanus*	*Anoxybacillus pushchinoensis*	*Filobacillus milensis*

表 3-11　属于芽胞杆菌科 *Marinibacillus*、*Lentibacillus*、*Oceanobacillus*、*Paraliobacillus* 属的主要特征

特征	*Marinibacillus*	*Lentibacillus*	*Oceanobacillus*	*Paraliobacillus*
细胞形状	杆状	杆状	杆状	杆状
芽胞形状	圆形	圆形或椭圆	椭圆	圆形或椭圆
胞囊	不膨大		膨大	膨大
需氧	严格厌氧	好氧	好氧	兼性厌氧
过氧化氢酶	+	+	+	+
硝酸还原	V		–	+
10% NaCl	–	+	+	+
最佳 pH		6.0～8.0	7.0～9.5	7.0～8.5
最佳温度/℃	12～23	30	30	37～40
肽聚糖类型	A1α（L-lysine）	meso-DAP		
主要异戊二烯醌类	MK-7	MK-7	MK-7	MK-7
脂肪酸类型	anteiso-$C_{15:0}$	anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$	anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{14:0}$	
G+C mol%	39.3±0.5	44	35.8	35.6
模式种	*Marinibacillus marinus*	*Lentibacillus salicampi*	*Oceanobacillus iheyensis*	*Paraliobacillus ryukyuensis*

表 3-12　属于芽胞杆菌科 *Geobacillus*、*Gracilibacillus*、*Halobacillus*、*Jeotgalibacillus* 属的主要特征

特征	*Geobacillus*	*Gracilibacillus*	*Halobacillus*	*Jeotgalibacillus*
细胞形状	杆状	杆状	杆状	杆状
芽胞形状	圆柱形或椭圆	圆形	球形或椭圆	圆形
胞囊	不膨大	膨大		膨大
需氧	V		严格好氧	
过氧化氢酶		+	+	+
硝酸还原		+	–	+
10% NaCl	–	+	+	–
最佳 pH	6.2～7.5	7.5	7.5	7.0～8.0
最佳温度/℃	55～65	47	37	30～35
肽聚糖类型		meso-DAP	Orn-D-Asp	A1α（L-lysine）
主要异戊二烯醌类	MK-7	MK-7		MK-7 和 MK-8
脂肪酸类型	iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$	anteiso-$C_{15:0}$		iso-$C_{15:0}$
G+C mol%	48.2～58	38～39	40～43	44
模式种	*Geobacillus stearothermophilus*	*Gracilibacillus halotolerans*	*Halobacillus halophilus*	*Jeotgalibacillus alimentarius*

表 3-13　属于芽胞杆菌科 *Salibacillus*、*Ureibacillus*、*Virgibacillus* 属的主要特征

特征	*Salibacillus*	*Ureibacillus*	*Virgibacillus*
细胞形状	杆状	杆状	杆状
芽胞形状	椭圆	圆形	椭圆
胞囊	膨大		膨大
需氧	好氧	好氧	V
过氧化氢酶	+		+
硝酸还原	–	–	V
10% NaCl	+	–	+
最佳 pH	7.5		7.0
最佳温度/℃	37	50～60	28 或 37
肽聚糖类型	DAP	L-Lys←D-Asn	meso-DAP
主要异戊二烯醌类	MK-7		MK-7
脂肪酸类型	Iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$	iso-$C_{16:0}$	iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$
G+C mol%	40	35.7～41.5	36～43
模式种	*Salibacillus salexigens*	*Ureibacillus thermosphaericus*	*Virgibacillus pantothenticus*

表 3-14　属于非芽胞杆菌科 *Alicyclobacillus*、*Aneurinibacillus*、*Brevibacillus* 属的主要特征

特征	*Alicyclobacillus*	*Aneurinibacillus*	*Brevibacillus*
细胞形状		杆状	杆状
芽胞形状	椭圆	椭圆	椭圆
胞囊	膨大	膨大	膨大
需氧	厌氧	严格好氧	严格好氧
过氧化氢酶	+	+	+
硝酸还原			V
最佳 pH	3	7.0	7.0
最佳温度/℃	35～60	37	30
肽聚糖类型		DAP	DAP
主要异戊二烯醌类	MK-7	MK-7	MK-7
脂肪酸类型	ω-cyclohexane、ω-cycloheptane	iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$	iso-$C_{15:0}$ 与 anteiso-$C_{15:0}$ 或只有 iso-$C_{15:0}$
G+C mol%	48.7～62.7	41.1～43.4	42.8～57.4
模式种	*Alicyclobacillus acidocaldarius*	*Aneurinibacillus aneurinilyticus*	*Brevibacillus brevis*

表 3-15　属于非芽胞杆菌科 *Paenibacillus*、*Sporolactobacillus*、*Thermobacillus* 属的主要特征

特征	*Paenibacillus*	*Sporolactobacillus*	*Thermobacillus*
细胞形状	杆状	杆状	杆状
芽胞形状	椭圆	椭圆	椭圆
胞囊	膨大	膨大	膨大
需氧	兼性厌氧	好氧	好氧
过氧化氢酶	+	–	+
硝酸还原	V	+	–
最佳 pH	7.0	7.0	7.8
最佳温度/℃	28～30	30	55
肽聚糖类型	meso-DAP		
主要异戊二烯醌类	MK-7	MK-7	MK-7
脂肪酸类型	anteiso-$C_{15:0}$	anteiso-$C_{14:0}$	iso-$C_{16:0}$
G+C mol%	40～54	39	57.5
模式种	*Paenibacillus polymyxa*	*Sporolactobacillus inulinus*	*Thermobacillus xylanilyticus*

表 3-16　芽胞杆菌属及相关属

科名	属名	定名人及定名时间	中文属名
Bacillaceae	1. *Bacillus*	Cohn，1872	芽胞杆菌属
	2. *Amphibacillus*	Niimura et al.，2000	兼性芽胞杆菌属
	3. *Anoxybacillus*	Pikuta et al.，2001	厌氧芽胞杆菌属
	4. *Filobacillus*	Schlesner et al.，2001	线芽胞杆菌属
	5. *Geobacillus*	Nazina et al.，2001	地芽胞杆菌属
	6. *Gracilibacillus*	Wain et al.，1999	纤细芽胞杆菌属
	7. *Halobacillus*	Spring et al.，1996	喜盐芽胞杆菌
	8. *Jeotgalibacillus*	Yoon et al.，2001	咸海鲜芽胞杆菌属
	9. *Lentibacillus*	Yoon et al.，2002	慢生芽胞杆菌属
	10. *Marinibacillus*	Yoon et al.，2001	海洋芽胞杆菌属
	11. *Oceanobacillus*	Lu et al.，2002	大洋芽胞杆菌属
	12. *Paraliobacillus*	Ishikawa et al.，2003	海境芽胞杆菌属
	13. *Salibacillus*	Wainø et al.，1999	需盐芽胞杆菌属
	14. *Ureibacillus*	Fortina et al.，2001	尿素芽胞杆菌属
	15. *Virgibacillus*	Heyndrickx et al.，1999	枝芽胞杆菌属
Acidithiobacillaceae	16. *Acidithiobacillus*	Waksman and Joffe，1922	酸硫芽胞杆菌属
Hydrogenophilaceae	17. *Thiobacillus*	Beijerinck，1957	产硫酸芽胞杆菌属
Lactobacillaceae	18. *Paralactobacillus*	Leisner et al.，2000	副乳杆菌属
Alicyclobacillaceae	19. *Alicyclobacillus*	Wisotzkey et al.，1992	脂环酸芽胞杆菌属
	20. *Sulfobacillus*	Golovacheva and Karavaiko，1991	硫芽胞杆菌属
Thermithiobacillaceae	21. *Thermithiobacillus*	Kelly and Wood，2000	热硫芽胞杆菌属
Carnobacteriaceae	22. *Marinilactibacillus*	Ishikawa et al.，2003	海生乳杆菌属
Paenibacillaceae	23. *Paenibacillus*	Ash et al.，1994	类芽胞杆菌属
	24. *Aneurinibacillus*	Shida et al.，1996	解硫胺素芽胞杆菌属
	25. *Brevibacillus*	Shida et al.，1996	短芽胞杆菌属
	26. *Thermobacillus*	Touzel et al.，2000	耐热芽胞杆菌属
Sporolactobacillaceae	27. *Sporolactobacillus*	Kitahara and Suzuki，1969	芽胞乳杆菌属

2. 芽胞杆菌近缘属分化数量

到 2009 年，已经从芽胞杆菌属（*Bacillus*）中划分出 14 个新属，并新建立了 34 个近缘属，包括芽胞杆菌属在内，总共有 49 属 447 种（Logan et al.，2009）（表 3-16）。截至 2014 年 12 月，已报道的芽胞杆菌多达 71 属 750 多种（参见 http：//www.bacterio.net/）（表 3-17）。尽管被发现和描述的芽胞杆菌种类的数量呈现出爆炸式增长，但普遍认为，已知的种类只占所有芽胞杆菌的一小部分，还有大量的种类有待于被发现和鉴定（参见 http：//www.bacterio.net/），见表 3-18。表 3-18 中 [a] *X*/*Y* 表示 *X* 和 *Y* 分别为 2009 年（Logan et al.，2009）和 2014 年（http：//www.bacterio.net/）报道的种类数量；*表示该属中有些种以前被划分在 *Bacillus*。这里不包括乳酸杆菌科（Lactobacillaceae）中的乳酸杆菌属（*Lactobacillus* Beijerinck 1901）和副乳酸杆菌属（*Paralactobacillus* Leisner et al.，2000），

阳光杆菌科（Family IV zHeliobacteriaceae）中的阳光芽胞杆菌属（*Heliobacillus* Beer-Romero and Gest 1998），丹毒丝菌科（Family I Erysipelotrichaceae）中的粪芽胞杆菌属（*Coprobacillus* Kageyama and Benno 2000）。

表 3-17　芽胞杆菌属及其近缘属的分类学研究概况

科属	模式种	主要特征	种数量[a]
1. Family Bacillaceae			
［1］*Aeribacillus* Miñana-Galbis et al.，2010	*A. pallidus*	嗜热	1
［2］*Alkalibacillus** Jeon et al.，2005	*A. haloalkaliphilus*	中度嗜盐	5/7
［3］*Allobacillus* Sheu et al.，2011	*A. halotolerans*	中度耐盐	1
［4］*Alteribacillus** Didari et al.，2012	*A. persepolensis*	中度嗜盐	2
［5］*Amphibacillus* Niimura et al.，1990	*A. xylanus*	中度嗜碱	4/9
［6］*Anaerobacillus** Zavarzina et al.，2010	*A. alkalilacustris*	厌氧	3
［7］*Anoxybacillus* Pikuta et al.，2000	*A. pushchinoensis*	耐氧性厌氧菌	12/21
［8］*Aquibacillus* Amoozegar et al.，2014	*A. halophilus*	嗜盐	3
［9］*Aquisalibacillus* Márquez et al.，2008	*A. elongatus*	中度嗜盐	1
［10］*Bacillus* Cohn 1872	*B. subtilis*	G^+，好氧，产芽胞	151/200
［11］*Caldalkalibacillus* Xue et al.，2006	*C. thermarum*	嗜碱嗜热	2
［12］*Caldibacillus* Coorevits et al.，2012	*C. debilis*	嗜热	1
［13］*Cerasibacillus* Nakamura et al.，2004	*C. quisquiliarum*	中度嗜热嗜碱	1
［14］*Domibacillus* Seiler et al.，2013	*D. robiginosus*	产红色色素	2
［15］*Falsibacillus**Zhou et al.，2009	*F. pallidus*	—	1
［16］*Fictibacillus**Glaeser et al.，2013	*F. phosphorivorans*	强去磷能力	9
［17］*Filobacillus* Schlesner et al.，2001	*F. milosensis*	含 Orn-D-Glu 胞壁质	1
［18］*Geobacillus** Nazina et al.，2001	*G.stearothermophilus*	嗜热	17/25
［19］*Gracilibacillus** Wainø et al.，1999	*G. halotolerans*	嗜盐	7/12
［20］*Halalkalibacillus* Echigo et al.，2007	*H. halophilus*	中度嗜盐嗜碱	1
［21］*Halobacillus* Spring et al.，1996	*H. halophilus*	嗜盐	16/18
［22］*Halolactibacillus* Ishikawa et al.，2005	*H. halophilus*	嗜盐嗜碱	3
［23］*Hydrogenibacillus** Kämpfer et al.，2013	*H. schlegelii*	可利用氢	1
［24］*Jilinibacillus* Liu et al.，2014	*J. soli*	嗜盐嗜碱	1
［25］*Lentibacillus* Yoon et al.，2002	*L. salicampi*	嗜盐	9/11
［26］*Lysinibacillus** Ahmed et al.，2007	*L. boronitolerans*	有些种具有杀蚊活性	3/16
［27］*Natribacillus* Echigo et al.，2012	*N. halophilus*	中度嗜碱耐盐	1
［28］*Natronobacillus* Sorokin et al.，2008	*N. azotifigens*	厌氧嗜盐嗜碱固氮菌	1
［29］*Oceanobacillus* Lu et al.，2002	*O. iheyensis*	严格或兼性嗜碱	6/17
［30］*Ornithinibacillus* Mayr et al.，2006	*O. bavariensis*	—	2/6
［31］*Paraliobacillus* Ishikawa et al.，2003	*P. ryukyuensis*	耐盐嗜碱	2/3
［32］*Paucisalibacillus* Nunes et al.，2006	*P. globulus*	—	1
［33］*Piscibacillus* Tanasupawat et al.，2007	*P. salipiscarius*	中度嗜盐	1/2
［34］*Pontibacillus* Lim et al.，2005	*P. chungwhensis*	中度嗜盐	2/5
［35］*Pseudogracilibacillus* Glaeser et al.，2014	*P. auburnensis*	—	1

续表

科属	模式种	主要特征	种数量[a]
1. Family Bacillaceae			
［36］*Psychrobacillus** Krishnamurthi et al.，2010	*P. insolitus*	喜低温	3
［37］*Salinibacillus* Ren and Zhou 2005	*S. aidingensis*	中度嗜盐	2/3
［38］*Saliterribacillus* Amoozegar et al.，2013	*S. persicus*	中度嗜盐	1
［39］*Salsuginibacillus* Carrasco et al.，2007	*S. kocurii*	中度嗜盐	1/2
［40］*Sediminibacillus* Carrasco et al.，2008	*S. halophilus*	中度嗜盐	1/2
［41］*Sinibacillus* Yang and Zhou 2014	*S. soli*	中度耐热	1
［42］*Streptohalobacillus* Wang et al.，2011	*S. salinus*	中度嗜盐无芽胞	1
［43］*Tenuibacillus* Ren and Zhou 2005	T. multivorans	中度嗜盐	1/2
［44］*Tepidibacillus* Slobodkina et al.，2013	*T. fermentans*	中度嗜热	1
［45］*Terribacillus* An et al.，2007	*T. saccharophilus*	中度耐盐	3/4
［46］*Thalassobacillus* García et al.，2005	*T. devorans*	中度嗜盐	1/4
［47］*Thermolongibacillus* Cihan et al.，2014	*T. altinsuensis*	嗜热	2
［48］*Virgibacillus**Heyndrickx et al.，1998	*V. pantothenticus*	4%～10%NaCl 促进生长	14/28
［49］*Vulcanibacillus* L'Haridon et al.，2006	*V. modesticaldus*	严格厌氧，还原硝酸盐	2
2. Family Alicyclobacillaceae			
［50］*Alicyclobacillus** Wisotzkey et al.，1992	*A. acidocaldarius*	嗜热嗜酸含 ω-环脂肪酸	19/21
［51］*Effusibacillus* Watanabe et al.，2014	*E. lacus*	嗜热嗜酸含 ω-环脂肪酸	3
［52］*Sulfobacillus* Golovacheva and Karavaiko 1991	*S. thermosulfidooxidans*	有些种已并到 *Alicyclobacillus*	6
［53］*Tumebacillus* Steven et al.，2008	*T. permanentifrigoris*	—	1/2
3. Family Paenibacillaceae			
［54］*Paenibacillus** Ash et al.，1994	*P. polymyxa*	可以再分类	98/151
［55］*Aneurinibacillus** Shida et al.，1996	*A. aneurinilyticus*	解硫胺素	5
［56］*Brevibacillus** Shida et al.，1996	*B. brevis*	—	14/21
［57］*Fontibacillus* Saha et al.，2010	*F. aquaticus*	—	3
［58］*Saccharibacillus* Rivas et al.，2008	*S. sacchari*	—	1/2
［59］*Thermobacillus* Touzel et al.，2000	*T. xylanilyticus*	嗜热	2
4. Family Planococcaceae			
［60］*Jeotgalibacillus* Yoon et al.，2001	*J. alimentarius*	中度嗜盐	1/5
［61］*Marinibacillus** Yoon et al.，2001	*M. marinus*	合并到 *Jeotgalibacillus*	2
［62］*Rummeliibacillus** Vaishampayan et al.，2009	*R. stabekisii*	球形芽胞	2/3
［63］*Solibacillus** Krishnamurthi et al.，2009	*S. silvestris*	球形芽胞	1
［64］*Ureibacillus** Fortina et al.，2001	*U. thermosphaericus*	球形芽胞嗜热解尿素	5/6
［65］*Viridibacillus** Albert et al.，2007	*V. arvi*	球形芽胞	3
5. Family Sporolactobacillaceae			
［66］*Pullulanibacillus** Hatayama et al.，2006	*P. naganoensis*	支链淀粉	1/2
［67］*Scopulibacillus* Lee and Lee 2009	*S. darangshiensis*	—	1
［68］*Sporolactobacillus** Kitahara and Suzuki 1963	*S. inulinus*	乳酸发酵，微好氧	7/8
［69］*Tuberibacillus* Hatayama et al.，2006	*T. calidus*	中度嗜热	1

3. 芽胞杆菌近缘属分化问题

尽管芽胞杆菌的分类学有了飞速发展，但仍存在很多问题，突出表现在以下两个方面：①缺少种内菌株间差异性和属内种间的差异性，很多种和属的描述在未来会被修订（emendation）。2009 年划分到芽胞杆菌属的 151 个种中，有 33%只有 1 个分离株，还有 9 个种只有 2 个分离株，共约 40%的种缺乏种内菌株间差异性（Logan et al.，2009）。类似的是，目前的 74 个属种中，有 23 个属（31%）只有 1 个种，有 14 个属仅包括 2 个种，刚好有 50%的属缺乏属内的种间差异性（表 3-18）。因此，如果有明显差异的某一种的新菌株或某一属的新种被发现，这一种或属的描述就通常需要进行修订（Stropko et al.，2014）。②有些种（也有些属）是根据最小差异而被确定和建立的，经常出现变动。在确定新种时，往往主要以 DNA-DNA 关联度（relatedness）值小于 70%为确定新种的阈值，辅助以脂肪酸组成谱（profiles of fatty acid composition）、多位点酶电泳（multilocus enzyme electrophoresis）、特定基因的限制性酶切分析和转化抗性等方面的细微差别，但很少有明显的表型差异。例如，将枯草芽胞杆菌的一个分离株划定为新种 *Bacillus atrophaeus* 时，在所有的差异中只包括“于含酪氨酸培养基中产褐色色素”这一表型差异（Nakamura，1989）。因为差异太小，出现了一些新建立的属之间合并的情况，如 *Salibacillus* 已合并到 *Virgibacillus*，*Pelagibacillus* 合并到 *Terribacillus*。

4. 芽胞杆菌属生物分类学委员会

随着实验技术的进步，例如，20 世纪 70 年代的分子分类法和 20 世纪 80 年代的化学分类法的应用，使得芽胞杆菌属的描述越来越清楚。20 世纪 90 年代以来，基于 16S rDNA 序列而进行的系统发育分析，为新分离株在种间及属间的亲缘关系测定、某些种的重新分类等提供了快速而有效的方法。因此，不仅有大量新种被鉴定和描述，而且不断有新属从芽胞杆菌属（*Bacillus*）中独立出来，还有越来越多的近缘属被建立。也因为如此，国际系统细菌学委员会（International Committee on Systematic Bacteriology）现为国际原核微生物系统分类学委员会（International Committee on Systematics of Prokaryotes）的芽胞杆菌属分类学分委员会（Subcommittee on the Taxonomy of the Genus *Bacillus*）更名为芽胞杆菌属及其近缘生物分类学分委员会（Subcommittee on the Taxonomy of the Genus *Bacillus* and Related Organisms）该分委员会定期研讨有关芽胞杆菌类群的分类和命名问题。

第四节　芽胞杆菌分类系统演变

一、原核生物系统发育对芽胞杆菌属分类系统演替的影响

1. RNA 作为进化的指征

rRNA 被普遍公认为是一把好的谱系分析的“分子尺”：①rRNA 具有重要且恒定的生理功能；②在 16S rRNA 分子中，既含有高度保守的序列区域，又有中度保守和高度变化的序列区域，因而它适用于进化距离不同的各类生物亲缘关系的研究；③16S rRNA

分子质量大小适中，便于序列分析；④rRNA 在细胞中含量大（约占细胞中 RNA 的 90%），也易于提取；⑤rRNA 普遍存在于真核生物和原核生物中（原核生物中是 16S rRNA，而真核生物中其同源分子是 18S rRNA）。因此它可以作为测量各类生物进化的工具（图 3-4）。

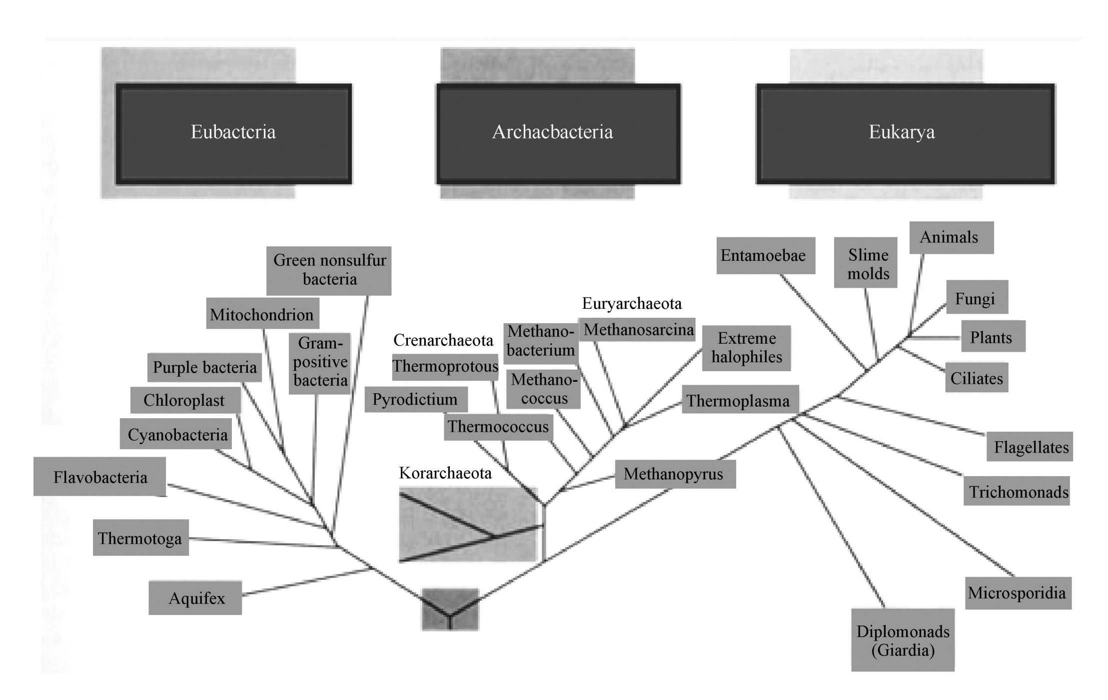


图 3-4　Woese（1987）利用 16S rRNA 建立的分子进化树

芽胞杆菌种类与其他相近的种属之间关系的研究，首先是从 Fox 等（1977）比较 16S rDNA 序列（catalogue）开始的。通过 20 多年的研究，原核生物的系统发育（phylogeny）已经成为细菌分类学的重要标准。近年来对 *Clostridium/Bacillus* 和放线菌进行了充分的系统发育研究，对 *Bacillus subtilis* 的基因和基因产物也进行了大量的研究，而基因组分析对系统发育的研究促进作用不大，但是可以极大地改善对芽胞杆菌的利用和促进生物技术的发展。

2. 基于 16S rRNA 序列的芽胞杆菌系统发育

20 世纪 90 年代以来，芽胞杆菌的分类发生了巨大变化，Ash 等于 1991 年研究了 51 个芽胞杆菌菌株的 rRNA 序列，解释芽胞杆菌的系统发育关系，结果表明至少存在 5 个系统发育类群，这个结果导致了今后对芽胞杆菌系统发育分类的研究。《伯杰氏鉴定细菌学手册》指出：①DNA-DNA 同源性在 60%以上通常认为是同一种；②同源性在 20%～60%认为是同一属中的不同菌种；③同源性在 20%以下的应考虑是不同属的菌种。《伯杰氏系统细菌学手册》第二版对原核生物的归群和分类系统完全按照这些微生物的 16S rRNA 系统发育树进行的，主要以《伯杰氏系统细菌学手册》第二版为依据，阐述芽胞杆菌的分类概况。进化阶元为芽胞杆菌目（Bacillales），从芽胞杆菌目开始分化为芽胞杆菌科（Bacillaceae）和芽胞乳杆菌科（Sporolactobacillaceae）、环脂酸芽胞

杆菌科（Alicyclobacillaceae）、类芽胞杆菌科（Paenibacillaceae）、动球菌科（Planococcaceae）等。

二、芽胞杆菌系统发育的演替与进化

1. 基于基因型和表型芽胞杆菌系统发育

生物体的分类有两种形式：一是表型分类法，所划分的关系包括所有的生物体，可分为基因型和表型。二是系统发生分类法，代表进化分支上的关系。基于系统发生上的关系而进行的分类称为进化支。这种分类方法来源于基因序列的比较，尤其是 rRNA 序列（Woese，1987）。这种研究可能会揭示芽胞杆菌进化的形式，并将其在系统发生上进行分类（Ash et al.，1991；Rössler et al.，1991）。很明显，大多数菌株在进化上都在枯草芽胞杆菌（*Bacillus subtilis*）周围，实际上，这些全部都属于表型类群 II。但是也有不同的，它们虽然也是枯草芽胞杆菌的分支，但是它们的表型不相同，如环状芽胞杆菌（*Bacillus circulans*）、凝结芽胞杆菌（*Bacillus coagulans*）等。

以球形芽胞杆菌（*Bacillus sphaericus*）为基础的群体在表型和系统发生上都很独特，表明这些细菌很早就起源于芽胞杆菌的主支，并且在其后的进化过程中保持不变。同样的，多黏芽胞杆菌群体在早期也是枯草芽胞杆菌的一个分支，也等同于一个独立的种类。嗜热芽胞杆菌在分支上则处于几个位置，包括以嗜热脂肪芽胞杆菌（*Bacillus stearothermophilus*）和酸热脂环酸芽胞杆菌（*Alicyclobacillus acidocaldarius*）为基础的核心上，后者是建立在酸热芽胞杆菌(*Bacillus acidocaldarius*)上的一个新的种类，其他嗜热嗜酸菌则在早期就起源于芽胞杆菌的主要分支，并且被认为是处于独立进化的地位（Wisotzkey et al.，1992）。

2. 基于表型和 16S rRNA 的芽胞杆菌系统发育

为了揭示基于表型和 16S rRNA 基因序列的芽胞杆菌系统发育相关性，Maughan 和 van der Auwera（2011）先用 16S rRNA 基因序列构建了 59 种芽胞杆菌属的系统发育树，然后根据《伯杰氏系统细菌学手册》中常用于芽胞杆菌分类的 11 个表型（包括最高生长温度、最低生长温度、Voges-Proskauer 测试、厌氧生长能力、由葡萄糖产酸、由阿拉伯糖产酸、由甘露醇产酸、水解淀粉、鞭毛存在、芽胞形状、胞囊膨胀）获得的数值分类学分析结果，对 59 种芽胞杆菌属的系统发育树进行重构。

从图 3-5 中可以清楚地看到，利用这两种方法构建的系统发育树存在显著差异，例如，包含枯草芽胞杆菌的这一 16S rRNA 类群的种类完全散布到整个基于表型构建的系统发育树，其他几个类群也是如此。当然，也有少数的小进化支在两种系统发育树中都能聚类到一起，例如，由 *B. mojavensis*、*B. pumilus*、*B. vallismortis* 和 *B. atrophaeus* 组成的进化支及蜡样芽胞杆菌群。这些结果提示：许多 16S rRNA 同源性很高的芽胞杆菌之间可能存在显著的表型差异，一些表型相似的种类之间的 16S rRNA 同源性可能很低。因此，基于 16S rRNA 的系统发育分析在亲缘关系非常靠近的芽胞杆菌的分类中存在一定的局限性，必须考虑表型差异、生态环境信息等。

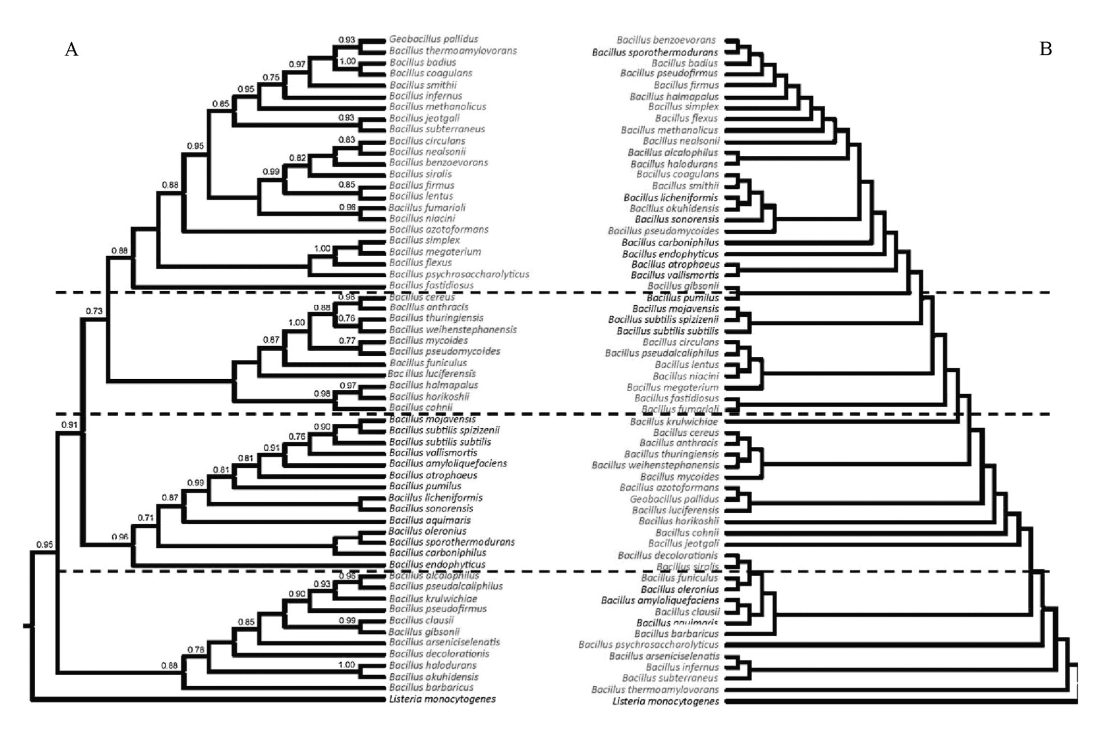


图 3-5　基于 16S rRNA 序列（A）和数值分类（B）的 59 种芽胞杆菌的进化关系比较分析
（摘自 Maughan and van der Auwera，2011）

三、芽胞杆菌分类与鉴定思路

1. 芽胞杆菌鉴定中的形态方法

分类和进化研究是生物学中最古老的领域之一。过去的研究主要依靠生物体的形态，并辅以生理特征，来探讨生物间亲缘关系的远近，有人称为经典的方法，它是 100 多年来完成微生物分类的主要方法。经典的方法是随机的和不系统的，只适用于一些形态复杂的真核生物和较大的原核生物。现在，由于生物技术的不断完善，人类对自然界的认识水平不断提高，就对以前的一些研究方法及研究结果提出了质疑。例如，长久以来，生物界被划分为原核、真核两大界，认为真核生物由原始的原核生物进化而来。但随着对原核生物各类群研究的深入，却发现许多生活在极端环境（高盐、高温、极端 pH）的古细菌（Archaebacteria）在生理生化诸多方面与一般的真细菌存在巨大差异，其分子机制亦相当独特。那么，这类古菌是否应当从真细菌中独立出来而自成一个体系？

2. 芽胞杆菌鉴定中的生化方法

分类学家的主要目的就是寻找一种简单准确的分类方法。这种分类方法应该是多目的，可以以一种明确的方式来区分与培养特性、生态特性或生理特性相关的菌株。鉴定芽胞杆菌的传统分类方法是建立在形态学分析之上，在每个种群中增加了一个隔离种群，使用生理和生化检测可以将其在种类的水平上进行鉴定，这个鉴定系统具有非常好的实

用性。为了区分芽胞的形态，熟悉这些细菌是非常必要的。也由于这个原因，单纯的生理生化鉴定忽略了芽胞的形态，尽管该方法扩大了种的鉴定范围，但是其稳定性仍然是个问题，因此将芽胞形态与生理生化鉴定结合，是鉴定芽胞杆菌的重要方法。种类的增加及对于这些菌株研究兴趣的提高促进了微机化鉴定的发展。Berkeley 等（1984）使用 API 50CH 盘（一种可以对一个菌株进行 50 个表型检测试验的迷你工具箱）鉴定了大量的菌株，并且在此基础上发展了计算机鉴定矩阵。该实验室已经提供了可供选择的计算机辅助鉴定矩阵。这是建立在 30 次测试和 44 个已知芽胞杆菌种类基础上的。这些测试包含了生理和生化特点，如淀粉和酪蛋白水解、从糖中产酸等，并且这 44 个种代表了所有普通的菌种。使用这种系统，可以鉴定环境中 50%的芽胞杆菌。不能鉴定的菌株可能代表在矩阵中没有描述的种类，或者是不同于已经确定的菌株。

3. 芽胞杆菌鉴定中的化学方法

在鉴定芽胞杆菌菌株不同的化学分类方法中，热解质谱测量法（pyrolysis mass spectrometry，PyMS）似乎具有特殊的前景（Shute et al.，1984）。高温分解包括将样品在输入空气中燃烧。剩余的部分就利用质谱依据它们的质荷比进行分类。已经在计算机中建立了高温分解或者质谱文库，当新的分解物出现时，就利用多元统计学将其高温分解物同文库中的已有信息进行比较。不过，这个程序缺乏重复性，并且会漂移一段时期；间隔 6 个月的高温分解往往会得到不同的结果。但是由于这个程序非常快捷，每个样品检测只需要几分钟，因此，建立一个标准就可以克服这个仪器的漂移性。这种方法可以快速、高精确度地鉴定芽胞杆菌。另一种化学分类方法是以脂肪酸组成为基础的。Hewlett-Packard 建立了利用细胞脂肪酸的甲基酯进行气相色谱分析的微生物鉴定系统。峰产生需要 60～90min（包括了成批处理样品所减少的准备时间），可以将这个脂肪酸峰与芽胞杆菌脂肪酸峰文库进行比较，从而进行非常有效的鉴定。最近这种方法已经被成功地用于鉴定蚊虫病原菌在内的球形芽胞杆菌（*Bacillus sphaericus*）菌株（Frachon et al.，1991）。

4. 芽胞杆菌鉴定中的分子方法

近年来，由于分子生物学的迅速发展和广泛应用，特别是蛋白质和核酸序列研究的突破性进展，微生物系统分类的基础发生了重大的变化，分类系统已经或正在随着分子标准的不断渗入而完善。所谓分子标准主要是指建立在 DNA 分析技术基础上的分类方法。与表型特征相比较，核酸序列在生物体的进化过程中较少受到环境的影响，因而更能反映出生物体在演变进化过程中的本质，其研究结论也更可靠。因此，人们就将系统进化研究从宏观逐渐转向微观，并把宏观和微观的特征结合起来，以便更准确地反映生物体间真正的进化关系。

尽管已经得到了以 23S rRNA 为基础的枯草芽胞杆菌（*Bacillus subtilis*）的探针，但是关于进行鉴定及分类的 DNA 探针及其相关技术的报道却集中在特殊环境中的特殊菌群或者生物技术的重要性方面，主要是集中在苏云金芽胞杆菌（*Bacillus thuringiensis*）上。利用毒素基因的寡核苷酸探针可以成功地检测和鉴定苏云金芽胞杆菌（Priest and Grigorova，1990），并且已经报道利用毒素基因的 PCR 产物进行鉴定的程序（Carozzi et al.，

1991）。

早期的分子标准主要建立在诸如DNA碱基比例测定或核酸分子杂交等基础上。每一种生物体均有其特有的、稳定的核酸成分和结构；不同生物间核酸成分和结构的差异程度代表着它们之间亲缘关系的远近。因此，从核酸分子水平来研究生物的进化关系就成为分类学的一个新途径，微生物分类学也不例外。最早在1956年由Lee等提出了DNA碱基比例的测定方法。DNA碱基比例主要是指“G+C mol%”含量，即鸟嘌呤（G）和胞嘧啶（C）在整个DNA中的摩尔百分比。不同种的微生物，其4种碱基的含量及排列顺序不同，因此G+C mol%比例一般会随种的不同而有变化。一般来说，G+C mol%差异愈大，分类地位愈疏远。而G+C mol%比例相似，可能属于同种，也可能不是同种，因为碱基成分相似的DNA可能有很多种碱基顺序。例如，螺菌属（*Spirillum*）的G+C mol%比例是38%～65%，辐度过宽。后来根据其碱基成分和其他特征的不同已被划分成3属：螺菌属（*Spirillum*，38%）、海洋螺菌属（*Oceanospirillum*，42%～48%）和水生螺菌属（*Aquaspirillum*，50%～56%）。

如前所述，测定DNA的G+C mol%比例只能确定含量不同的细菌为不同的种，而不能确定含量相近的细菌必然属于同一个种。若要进一步确定，还必须借助其他方法，如核酸分子杂交方法。研究DNA-DNA或DNA-RNA杂交最方便的方法，就是采用来自一个菌株的放射性核酸与来自另一个菌珠的非放射性核酸，经热变性之后，把两种核酸样品混合，使其复性，测定放射性结合键的百分率。百分率越高，说明两者碱基顺序的同源性越高，即亲缘关系越近。核酸分子杂交技术对解决种水平上的分类学问题和确定新种是十分有效的。

从20世纪70年代初，16S rRNA序列分析成为细菌分类的一个重要指标。16S rRNA分子具高度的保守性，在30多亿年的进化中仍保持着原初的状态，因此可用作探索自古至今生物的主要进化历程，是一种理想的研究材料。1977年，Woese等测定了200多种原核生物的16S rRNA和真核生物的18S rRNA的寡核苷酸顺序谱，经比较研究，不但厘清了原核生物和真核生物的许多系统进化问题，而且还以此为根据提出了生命体系的三域学说，引起了生物学家的普遍关注，并由此而引发了研究古细菌的热潮。16S rRNA寡核苷酸顺序分析所依据的基本原理是这样的，用可专一性地水解G（鸟嘌呤）上3′端磷酸二酯键的核糖核酸酶水解提纯rRNA，产生一系列以G为结尾的长度不一的寡核苷酸片段，测定其核苷酸序列，最后把它们编成一部“词典”。两个菌株rRNA的同源性就可通过查阅“词典”作比较。但这种方法在当时是一项工作量大、实验条件复杂和操作要求十分严格的分析技术，因此其应用仍然受一定的限制。

20世纪80年代中期，聚合酶链反应（PCR）的出现和完善，以及利用PCR扩增产物进行碱基序列分析方法的出现，使得迅速得到特定DNA片段的遗传信息成为现实，因此人们可以用完整而不是部分的DNA序列来判断生物之间的系统发育关系。1996年8月*Science*发表了美国基因组研究所（The Institute for Genomic Research，TICR）的最新学术成果——产甲烷球菌的全基因组序列。这是自Woese提出三域学说以来测定的第一个古菌（Archaea）的全基因组序列，从而为古核生物的研究提供了充分的序列材料。TIGR给出了产甲烷球菌的1738个基因的定位，经同源性搜索和GENEMARK的基因定位方法研究，结果表明，约有58%的基因在现有生物的基因数据库中找不到同源序列。这足以说明产甲

烷球菌上有着大量的新基因序列，从而为三域学说的建立和发展找到了坚实的证据。

第五节　芽胞杆菌分类系统沿革

一、厚壁菌门分类系统沿革

1. 移出厚壁菌门的纲

就目前的分类系统，厚壁菌门（Firmicutes）包含着三个纲，Bacilli（芽胞杆菌纲）、Clostridia（梭菌纲）、Erysipelotrichia（丹毒丝菌纲），该分类的组织方式与 Garrity 等（2005）的系统相似。但是 Mollicutes（柔膜菌纲）因其分类标记的差异、表型的独特性和缺乏严格的细胞壁被移出了 Firmicutes（厚壁菌门）（Ludwig and Schleifer，2005）。

2. 移入厚壁菌门的纲

Erysipelotrichaceae（丹毒丝菌科）含有细胞壁、革兰氏阳性，以前分在 Mollicutes（柔膜菌纲）内，现在留在厚壁菌门成为新的纲 Erysipelotrichia（丹毒丝菌纲）和新的目 Erysipelotrichales（丹毒丝菌目）。

3. 留在厚壁菌门的纲

对具二分裂生殖特性的 Clostridia（梭菌纲）和 Bacilli（芽胞杆菌纲）分析后，以前有些靠近 Clostridia（梭菌纲）的分类单元试图划分到 Firmicutes（厚壁菌门）以外，现在形成了单独的分类单元。以前那些在系统发育中为门的分类单元，由于缺乏确实的证据，现在仍分在厚壁菌门中，如 Thermoanaerobacterales（热厌氧杆状菌目）和 Syntrophomonadaceae（互营单胞菌科）（Garrity et al.，2005）。

二、芽胞杆菌纲分类系统沿革

1. 芽胞杆菌纲依据

Garrity 等（2005）进行了比较，芽胞杆菌纲（Bacilli）的种类根据 rRNA 数据作了微小的调整，分成两个目。

2. 芽胞杆菌纲的目

主要有 Bacillales（芽胞杆菌目）和 Lactobacillales（乳酸杆菌目）（图 3-6）。许多平行的分类单元重新分在了芽胞杆菌纲中。

三、芽胞杆菌目分类系统沿革

1. 概述

芽胞杆菌目（Bacillales）的定义和分类在伯杰氏手册以前的版本中进行描述，Garrity

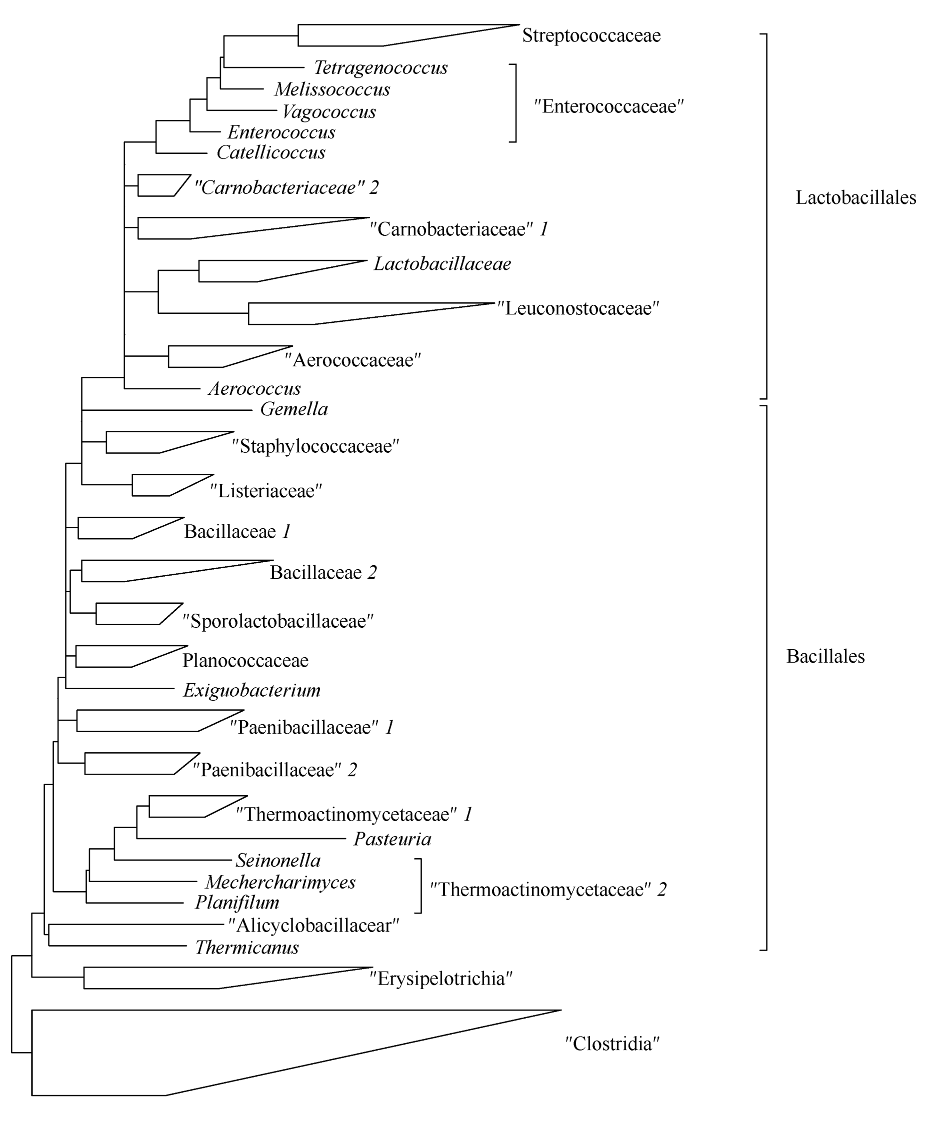


图 3-6　芽胞杆菌目的系统发育

等（2005）提出了把芽胞杆菌目分为 10 个科，其中 8 个科保留，*Caryophanon*（显核菌属）移到了 Planococcaceae（动球菌科），Caryophanaceae（显核菌科）移出芽胞杆菌目。尽管 Caryophanaceae Peskoff 1939 优先于 Planococcaceae Krassilnikov 1949，但是前者科名是混淆的，因为它用词不当，科名的意思是显核，是因为对染色结果的误解。同样，*Turicibacter* 移到了 Erysipelotrichaceae，Turicibacteraceae 移出。除此之外，*Pasteuria* 出 Alicyclobacillaceae，建立 Pasteuriaceae。许多属因为系统发育模糊不清，移到了分类地位未定的单元（incertae sedis）。

2. 芽胞杆菌科分类系统沿革

基于 16S rRNA 系统发育分析表明，目前归入芽胞杆菌科（Bacillaceae）中的种类包括：芽胞杆菌，被误放在芽胞杆菌属中的许多种，以及误放在芽胞杆菌科中的许多种（图

3-7）。重新分类是希望改正这些错误，但是，全部重新组织这些有误的旧分类单元超出了本书的范围。

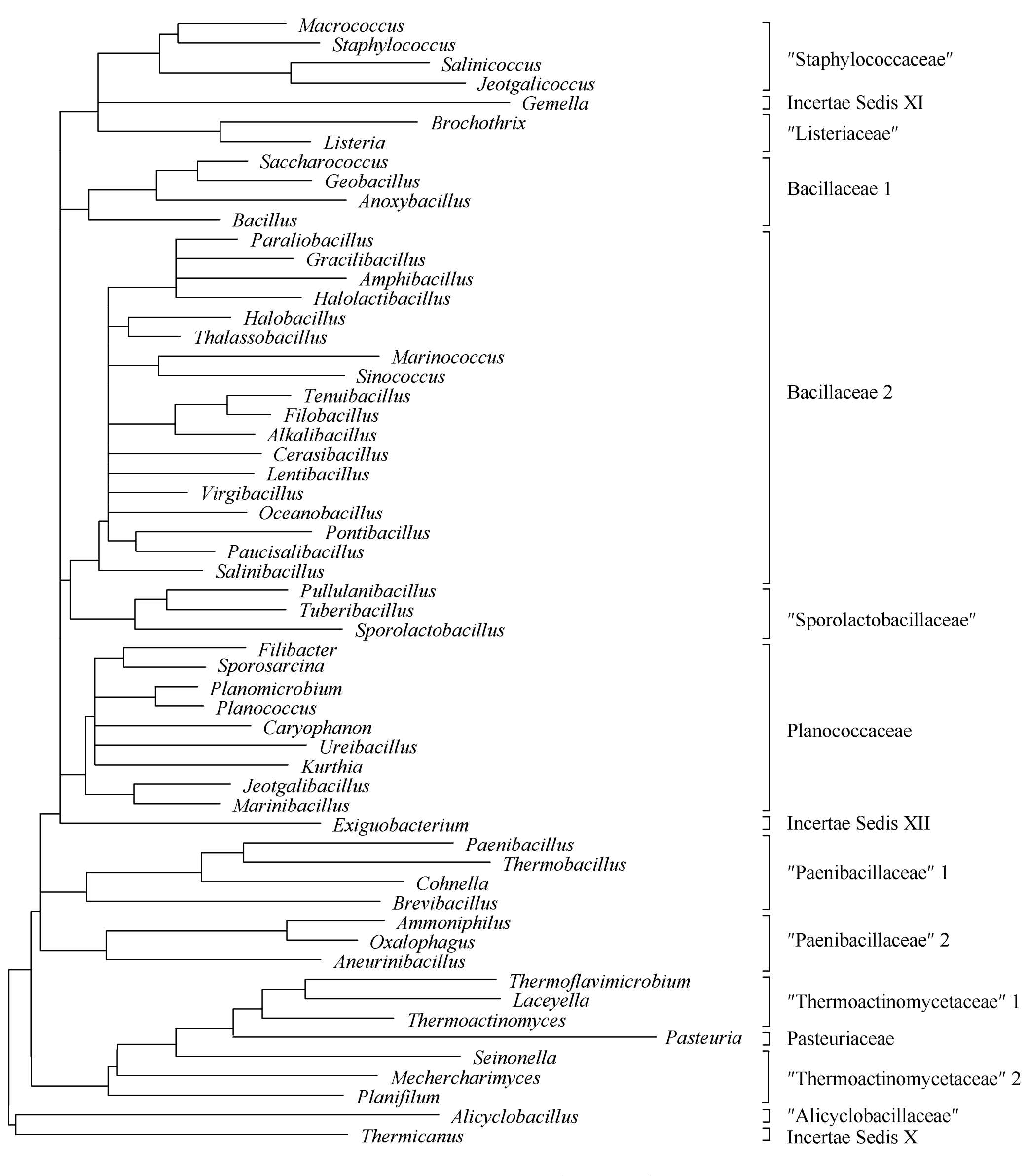


图 3-7　芽胞杆菌科系统发育

3．芽胞杆菌属分类系统沿革

大部分正式发表的芽胞杆菌种都分类到芽胞杆菌属（*Bacillus*）中，但是有些芽胞杆菌种的系统发育关系与以枯草芽胞杆菌（*B. subtilis*）为模式种的芽胞杆菌属不靠近，而靠近其他芽胞杆菌属。在系统发育上，靠近芽胞杆菌属的有：①第一类 8 种，*Bacillus subtilis*，*B. amyloliquefaciens*，*B. atrophaeus*，*B. mojavensis*，*B. licheniformis*，*B. sonorensis*，

B. vallismortis，包括很可能分类有误的 *Paenibacillus popilliae*。②第二类 5 种，*Bacillus farraginis*，*B. fordii*，*B. fortis*，*B. lentus*，*B. galactosidilyticus*。③第三类 19 种，*Bacillus asahii*，*B. bataviensis*，*B. benzoevorans*，*B. circulans*，*B. cohnii*，*B. firmus*，*B. flexus*，*B. fumarioli*，*B. infernus*，*B. jeotgali*，*B. luciferensis*，*B. megaterium*，*B. methanolicus*，*B. niacini*，*B. novalis*，*B. psychrosaccharolyticus*，*B. simplex*，*B. soli*，*B. vireti*。④第四类 5 种，*Bacillus anthracis*，*B. cereus*，*B. mycoides*，*B. thuringiensis*，*B. weihenstephanensis*。⑤第五类 2 种，*Bacillus aquimaris*，*B. marisflavi*。⑥第六类 6 种，*Bacillus badius*，*B. coagulans*，*B. thermoamylovorans*，*B. acidicola*，*B. oleronius*，*B. sporothermodurans*。⑦第七类 11 种，*Bacillus alcalophilus*，*B. arsenicoselenatis*，*B. clausii*，*B. gibsonii*，*B. halodurans*，*B. horikoshii*，*B. krulwichiae*，*B. okhensis*，*B. okuhidensis*，*B. pseudalcaliphilus*，*B. pseudofirmus*。⑧第八类 4 种，*Bacillus arsenicus*，*B. bavaricas*，*B. gelatini*，*B. decolorationis*。⑨第九类 3 种，*Bacillus carboniphilus*，*B. endophyticus*，*B. smithii*。⑩第十类 1 种，*Bacillus pallidus*。⑪第十一类 2 种，*Bacillus funiculus*，*B. panaciterrae*。

在芽胞杆菌科中包含着另外三个属 *Anoxybacillus*，*Geobacillus* 和 *Saccharococcus*。除此之外，在严格意义上的芽胞杆菌分类单元中还包含着其他的系统发育分类单元（Garrity et al.，2005）。它们包括 *Alkalibacillus*（new；Jeon et al.，2005），*Amphibacillus*，*Cerasibacillus*（new；Nakamura et el.，2004），*Filobacillus*，*Gracilibacillus*，*Halobacillus*（new；Spring et al.，1996），*Halolactibacillus*（new；Ishikawa et al.，2005），*Lentibacillus*，*Oceanobacillus*，*Paraliobacillus*，*Paucisalibacillus*（new；Nunes et al.，2006），*Pontibacillus*，*Salibacillus*，*Tenuibacillus*，*Thalassobacillus*（new；Garcia et al.，2005）和 *Virgibacillus*。通过亲缘关系的分析修正，其他种类都归于这个科，包括 *Bacillus halophilus*，*Bacillus thermocloacae*，*Sinococcus* 和 *Marinococcus*。正因为这样，*Marinococcus* 从 Sporolactobacillaceae 中移入。此外，*Ureibacillus*、*Marinibacillus* 、*Jeotgalibacillus* 和 *Exiguobacterium* 以前归入芽胞杆菌科（Garrity et al.，2005），*Ureibacillus* 归入了 Planococcaceae 相近的分支，*Marinibacillus* 和 *Jeotgalibacillus* 互相靠近，与 *Bacillus aminovorans* 相近，远离 Planococcaceae，但是它们还是归为 Planococcaceae。*Exiguobacterium* 与所描述的科都相离甚远，归入分类地位未定的科（Family XII *Incertae Sedis*）。*Bacillus schlegelii* 和 *Bacillus solfatarae* 在芽胞杆菌纲中具有独特的分支。

4. 环脂酸芽胞杆菌科分类系统沿革

在环脂酸芽胞杆菌科（Alicyclobacillaceae）中，曾经只有环脂酸芽胞杆菌属（*Alicyclobacillus*）1 个属（Garrity et al.，2005）。根据 16S rRNA 分析结果，*Sulfobacillus* 归在梭菌纲（*Clostridia*）内，现在移到了梭菌目（*Clostridiales*）内的未确定分类地位的科（Family XVII Incertae Sedis），且又归为该科。巴斯德氏菌属（*Pasteuria*）是植物寄生线虫的寄生菌。以前分在这个科中，由于它只能在寄主体内培养，无法进行人工培养。因为具有大量的表型差异，且 16S rRNA 与 *Alicyclobacillus* 的同源性低，现在它独立而成为了一个科 Pasteuriaceae。最后，由于 *Bacillus tusciae* 与 *Alicyclobacillus* 系统发育关系相当密切，可将该种归入这个属。2008 年，建立了一个新属——膨胀芽胞杆菌属（*Tumebacillus*）（Steven et al.，2008）；2014 年，从脂环酸芽胞杆菌属（*Alicyclobacillus*）

中分离出新属 *Effusibacillus*（Watanabe et al.，2014）。

5. 类芽胞杆菌科分类系统沿革

类芽胞杆菌科（Paenibacillaceae）内的许多成员都归在两个系统发育分支之内，即 Paenibacillaceae-*1* 和 Paenibacillaceae-*2*。*Paenibacillus*，*Brevibacillus*，*Cohnella*（new；Kämpfer et al.，2006）和 *Thermobacillus* 归为第一组。一些芽胞杆菌属的种类如 *Bacillus chitinolyticus*，*edaphicus*、*ehimensis* 和 *mucilaginosus* 归入了类芽胞杆菌属（*Paenibacillus*），在第二组中包含了解硫胺素芽胞杆菌属（*Aneurinibacillus*），嗜氨菌属（*Ammoniphilus*）和嗜草酸菌属（*Oxalophagus*）。尽管它们的演化不清楚，但在许多分析中这两个组经常合并为一体。这样，由于缺乏这两个组分离的明显的证据，第二组保留在该科中。相反，Garrity 等（2005）将热存活菌属（*Thermicanus*）归到该科，现在成为芽胞杆菌纲的一个新分支，由于其分类地位模糊不清，它被归到了分类地位模糊不清的科（Family X Incertae Sedis）。

6. 乳杆菌目（Lactobacillales）分类系统沿革

该目有 6 个科（图 3-8）。根据上述分类系统，乳杆菌科（Lactobacillaceae）为一单一的分支包括了 *Lactobacillus*、*Paralactobacillus* 和 *Pediococcus* 三个属。

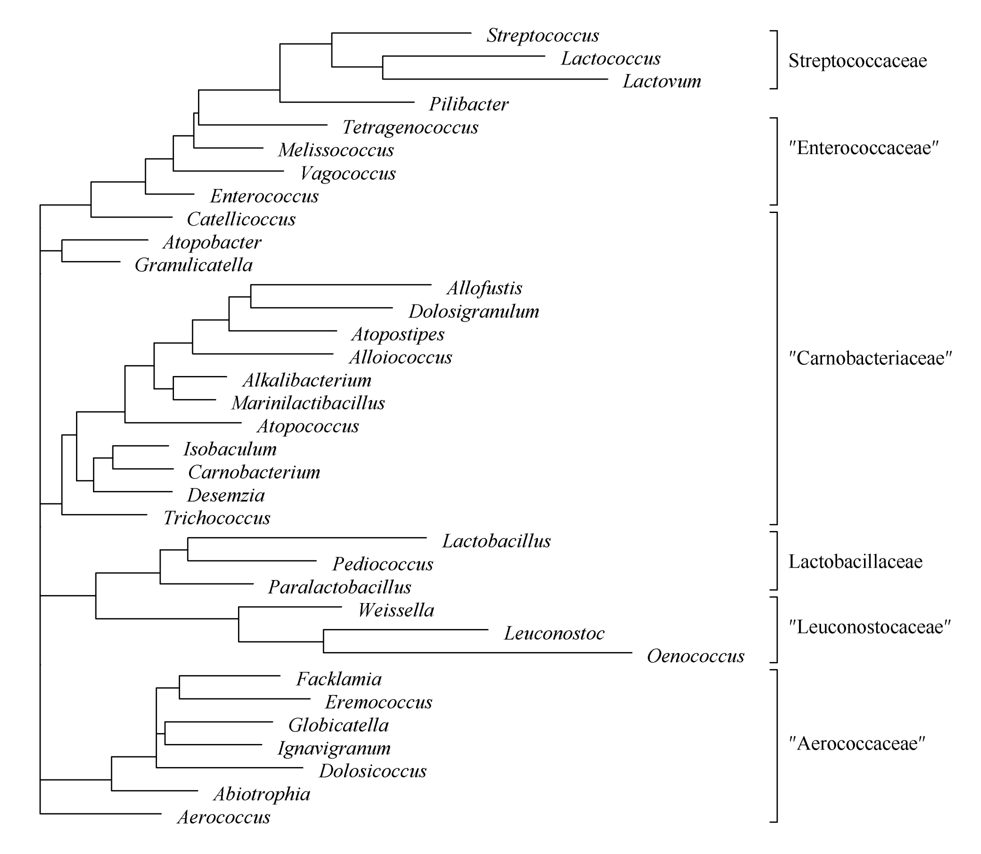


图 3-8　乳酸杆菌目系统发育

四、《伯杰氏系统细菌学手册》芽胞杆菌相关属变动

根据《伯杰氏系统细菌学手册》（第二版）第三卷厚壁菌门（*Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* Second Edition，Volume Three The Firmicutes）记述，芽胞杆菌相关的属 34 个，都在厚壁菌门中（Phylum VIII. Firmicutes）。厚壁菌门有三个纲，即芽胞杆菌纲 Class I.“Bacilli”、梭菌纲（Class II.“Clostridia”）、丹毒丝菌纲（Class III.“Erysipelotrichia”）。芽胞杆菌除了 2 个属在后两个纲内，它们是 Class II. “Clostridia”、Order I. Clostridiales、Family XVII. Incertae Sedis、Genus I. *Sulfobacillus* 和 Class III.“Erysipelotrichia”、Order I. “Erysipelotrichales、Family I. Erysipelotrichaceae、Genus V. *Coprobacillus* 外，其余都在芽胞杆菌纲内。具体分类情况如下。

Class I.“Bacilli”

Order I. Bacillales

1. 芽胞杆菌科（Family I. Bacillaceae）

［1］Genus I. *Bacillus*

［2］Genus II. *Alkalibacillus*

［3］Genus III. *Amphibacillus*

［4］Genus IV. *Anoxybacillus*

［5］Genus V. *Cerasibacillus*

［6］Genus VI. *Filobacillus*

［7］Genus VII. *Geobacillus*

［8］Genus VIII. *Gracilibacillus*

［9］Genus IX. *Halobacillus*

［10］Genus X. *Halolactibacillus*

［11］Genus XI. *Lentibacillus*

［12］Genus XII. *Marinococcus*

［13］Genus XIII. *Oceanobacillus*

［14］Genus XIV. *Paraliobacillus*

［15］Genus XV. *Pontibacillus*

［16］Genus XVI. *Saccharococcus*

［17］Genus XVII.*Tenuibacillus*

［18］Genus XVIII. *Thalassobacillus*

［19］Genus XIX. *Virgibacillus*

2. 环脂酸芽胞杆菌科（Family II. Alicyclobacillaceae）

［20］Genus I. *Alicyclobacillus*

3. 类芽胞杆菌科（Family IV. Paenibacillaceae）

［21］Genus I. *Paenibacillus*

［22］Genus III. *Aneurinibacillus*

［23］Genus IV. *Brevibacillus*

［24］Genus VII. *Thermobacillus*

4. 动球菌科（Family VI. Planococcaceae）

［25］Genus IV. *Jeotgalibacillus*

［26］Genus VI. *Marinibacillus*

5. 芽胞乳杆菌科（Family VII. Sporolactobacillaceae）

［27］Genus I. *Sporolactobacillus*

Order II.“Lactobacillales”

6. 乳杆菌科（Family I. Lactobacillaceae）

［28］Genus I. *Lactobacillus*

［29］Genus II. *Paralactobacillus*

Class II.“Clostridia”

Order I. Clostridiales

7. 太阳杆菌科（Family IV. Heliobacteriaceae）

［30］Genus II. *Heliobacillus*

8. 分类地位未定的科（Family XVII. Incertae Sedis）

［31］Genus I. *Sulfobacillus*

Class III.“Erysipelotrichia”

Order I.“Erysipelotrichales”

9. 丹毒丝菌科（Family I. Erysipelotrichaceae）

［32］Genus V. *Coprobacillus*

［33］Genus VIII. *Turicibacter*

五、芽胞杆菌种属分类地位变动

1. 芽胞杆菌科相关属分类地位变动

芽胞杆菌科（*Bacillaceae*，Fischer 1895，familia）由 Fischer 于 1895 建立。模式属为芽胞杆菌属（*Bacillus*）。本书列出了该科 51 属 481 种的拉丁文学名和中文译名。

1）芽胞杆菌属种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Bacillus*。

芽胞杆菌属（*Bacillus*，Cohn 1872，genus）于 1872 年建立。20 世纪 90 年代以前其包含的种类数量一直波动，2000 年以后有大量新种发表。目前，该属有 92 个种已经被重分类而转移到其他近缘属，还有 3 个种因同种异名而被合并：*Bacillus velezensis* Ruiz-García et al.，2005 是 *Bacillus amyloliquefaciens*（ex Fukumoto 1943）Priest et al.，1987 的同种异名；*Bacillus axarquiensis* Ruiz-García et al.，2005 和 *Bacillus malacitensis* Ruiz-García et al.，2005 均为 *Bacillus mojavensis* Roberts et al.，1994 的同种异名。到 2014 年 12 月为止，芽胞杆菌属共有种类 225 种，模式种为 *Bacillus subtilis*（Ehrenberg 1835）Cohn 1872（Approved Lists 1980），species.（枯草芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Bacillus abyssalis* You et al.，2013，sp. nov.（深海芽胞杆菌）

［2］*Bacillus acidiceler* Peak et al.，2007，sp. nov.（酸快生芽胞杆菌）

［3］*Bacillus acidicola* Albert et al.，2005，sp. nov.（酸居芽胞杆菌）

［4］*Bacillus acidiproducens* Jung et al.，2009，sp. nov.（产酸芽胞杆菌）

［5］*Bacillus aeolius* Gugliandolo et al.，2003，sp. nov.（伊奥利亚岛芽胞杆菌）

［6］*Bacillus aequororis* Singh et al.，2014，sp. nov.（科摩林角芽胞杆菌）

［7］*Bacillus aerius* Shivaji et al.，2006，sp. nov.（空气芽胞杆菌）

［8］*Bacillus aerophilus* Shivaji et al.，2006，sp. nov.（嗜气芽胞杆菌）

［9］*Bacillus agaradhaerens* Nielsen et al.，1995，sp. nov.（黏琼脂芽胞杆菌）

［10］*Bacillus aidingensis* Xue et al.，2008，sp. nov.（艾丁湖芽胞杆菌）

［11］*Bacillus akibai* Nogi et al.，2005，sp. nov.（秋叶氏芽胞杆菌）

［12］*Bacillus alcalophilus* Vedder 1934（Approved Lists 1980），species.（嗜碱芽胞杆菌）

［13］*Bacillus algicola* Ivanova et al.，2004，sp. nov.（藻居芽胞杆菌）

［14］*Bacillus alkalinitrilicus* Sorokin et al.，2009，sp. nov.（碱性解腈芽胞杆菌）

［15］*Bacillus alkalisediminis* Borsodi et al.，2011，sp. nov.（碱性沉积芽胞杆菌）

［16］*Bacillus alkalitelluris* Lee et al.，2008，sp. nov.（碱土芽胞杆菌）

［17］*Bacillus altitudinis* Shivaji et al.，2006，sp. nov.（高地芽胞杆菌）

［18］*Bacillus alveayuensis* Bae et al.，2005，sp. nov.（香鱼海槽芽胞杆菌）

［19］*Bacillus amyloliquefaciens*（ex Fukumoto 1943）Priest et al.，1987，sp. nov.，nom. rev.（解淀粉芽胞杆菌）

［20］*Bacillus andreesenii* Kosowski et al.，2014，sp. nov.（安氏芽胞杆菌）

［21］*Bacillus anthracis* Cohn 1872（Approved Lists 1980），species.（炭疽芽胞杆菌）

［22］*Bacillus aquimaris* Yoon et al.，2003，sp. nov.（海水芽胞杆菌）

［23］*Bacillus aryabhattai* Shivaji et al.，2009，sp. nov.（阿氏芽胞杆菌）

［24］*Bacillus asahii* Yumoto et al.，2004，sp. nov.（朝日芽胞杆菌）

［25］*Bacillus atrophaeus* Nakamura 1989，sp. nov.（深褐芽胞杆菌）

［26］*Bacillus aurantiacus* Borsodi et al.，2008，sp. nov.（金橙色芽胞杆菌）

［27］*Bacillus azotoformans*（ex Pichinoty et al.，1976）Pichinoty et al.，1983，sp. nov.，nom. rev.（产氮芽胞杆菌）

［28］*Bacillus badius* Batchelor 1919（Approved Lists 1980），species.（栗褐芽胞杆菌）

［29］*Bacillus bataviensis* Heyrman et al.，2004，sp. nov.（巴达维亚芽胞杆菌）

［30］*Bacillus benzoevorans* Pichinoty et al.，1987，sp. nov.（食苯芽胞杆菌）

［31］*Bacillus beringensis* Yu et al.，2012，sp. nov.（白令海芽胞杆菌）

［32］*Bacillus berkeleyi* Nedashkovskaya et al.，2012，sp. nov.（伯氏芽胞杆菌）

［33］*Bacillus beveridgei* Baesman et al.，2010，sp. nov.（贝氏芽胞杆菌）

［34］*Bacillus bingmayongensis* Liu et al.，2014，sp. nov.（兵马俑芽胞杆菌）

［35］*Bacillus bogoriensis* Vargas et al.，2005，sp. nov.（博戈里亚芽胞杆菌）

［36］*Bacillus borbori* Wang et al.，2014，sp. nov.（活性污泥芽胞杆菌）

［37］*Bacillus boroniphilus* Ahmed et al.，2007，sp. nov.（嗜硼芽胞杆菌）

［38］*Bacillus butanolivorans* Kuisiene et al.，2008，sp. nov.（食丁酸芽胞杆菌）

［39］*Bacillus canaveralius* Newcombe et al.，2009，sp. nov.（卡纳维拉尔角芽胞杆菌）

［40］*Bacillus carboniphilus* Fujita et al.，1996，sp. nov.（嗜碳芽胞杆菌）

［41］*Bacillus cecembensis* Reddy et al.，2008，sp. nov.（科研中心芽胞杆菌）

［42］*Bacillus cellulosilyticus* Nogi et al.，2005，sp. nov.（解纤维素芽胞杆菌）

［43］*Bacillus cereus* Frankland and Frankland 1887（Approved Lists 1980），species.（蜡样芽胞杆菌）

［44］*Bacillus chagannorensis* Carrasco et al.，2007，sp. nov.（恰甘诺湖芽胞杆菌）

［45］*Bacillus cheonanensis* Kim et al.，2014，sp. nov.（天安芽胞杆菌）

［46］*Bacillus chungangensis* Cho et al.，2010，sp. nov.（中央芽胞杆菌）

［47］*Bacillus cibi* Yoon et al.，2005，sp. nov.（食物芽胞杆菌）

［48］*Bacillus cihuensis* Liu et al.，2014 sp. nov.（慈湖芽胞杆菌）

［49］*Bacillus circulans* Jordan 1890（Approved Lists 1980），species.（环状芽胞杆菌）

［50］*Bacillus clarkii* Nielsen et al.，1995，sp. nov.（克氏芽胞杆菌）

［51］*Bacillus clausii* Nielsen et al.，1995，sp. nov.（克劳氏芽胞杆菌）

［52］*Bacillus coagulans* Hammer 1915（Approved Lists 1980），species.（凝结芽胞杆菌）

［53］*Bacillus coahuilensis* Cerritos et al.，2008，sp. nov.（考卉纳芽胞杆菌）

［54］*Bacillus cohnii* Spanka and Fritze 1993，sp. nov.（科恩氏芽胞杆菌）

［55］*Bacillus composti* Yang et al.，2013，sp. nov.（堆肥芽胞杆菌）

［56］*Bacillus cytotoxicus* Guinebretière et al.，2013，sp. nov.（细胞毒素芽胞杆菌）

［57］*Bacillus daliensis* Zhai et al.，2012，sp. nov.（达里湖芽胞杆菌）

［58］*Bacillus daqingensis* Wang et al.，2014，sp. nov.（大庆芽胞杆菌）

［59］*Bacillus decisifrondis* Zhang et al.，2007，sp. nov.（腐叶芽胞杆菌）

［60］*Bacillus decolorationis* Heyrman et al.，2003，sp. nov.（脱色芽胞杆菌）

［61］*Bacillus deserti* Zhang et al.，2012，sp. nov.（沙漠芽胞杆菌）

［62］*Bacillus drentensis* Heyrman et al.，2004，sp. nov.（钻特省芽胞杆菌）

［63］*Bacillus eiseniae* Hong et al.，2012，sp. nov.（蚯蚓芽胞杆菌）

［64］*Bacillus enclensis* Dastager et al.，2014，sp. nov.（国化室芽胞杆菌）

［65］*Bacillus endophyticus* Reva et al.，2002，sp. nov.（芽胞杆菌）

［66］*Bacillus endoradicis* Zhang et al.，2012，sp. nov.（根内芽胞杆菌）

［67］*Bacillus farraginis* Scheldeman et al.，2004，sp. nov.（混料芽胞杆菌）

［68］*Bacillus fastidiosus* den Dooren de Jong 1929（Approved Lists 1980），species.（苛求芽胞杆菌）

［69］*Bacillus fengqiuensis* Zhao et al.，2014，sp. nov.（封丘芽胞杆菌）

［70］*Bacillus filamentosus* Sonalkar et al.，2014 sp. nov.（丝状芽胞杆菌）

［71］*Bacillus firmus* Bredemann and Werner 1933（Approved Lists 1980），species.（坚强芽胞杆菌）

［72］*Bacillus flexus*（ex Batchelor 1919）Priest et al.，1989，sp. nov.，nom. rev.（弯曲芽胞杆菌）

［73］*Bacillus foraminis* Tiago et al.，2006，sp. nov.（小孔芽胞杆菌）

［74］*Bacillus fordii* Scheldeman et al.，2004，sp. nov.（福氏芽胞杆菌）

［75］*Bacillus fortis* Scheldeman et al.，2004，sp. nov.（强壮芽胞杆菌）

［76］*Bacillus fumarioli* Logan et al.，2000，sp. nov.（喷气孔芽胞杆菌）

［77］*Bacillus funiculus* Ajithkumar et al.，2002，sp. nov.（绳索状芽胞杆菌）

［78］*Bacillus galactosidilyticus* Heyndrickx et al.，2004，sp. nov.（解半乳糖苷芽胞杆菌）

［79］*Bacillus galliciensis* Balcázar et al.，2010，sp. nov.（加利西亚芽胞杆菌）

［80］*Bacillus gibsonii* Nielsen et al.，1995，sp. nov.（吉氏芽胞杆菌）

［81］*Bacillus ginsengihumi* Ten et al.，2007，sp. nov.（人参土芽胞杆菌）

［82］*Bacillus ginsengisoli* Nguyen et al.，2013，sp. nov.（人参地芽胞杆菌）

［83］*Bacillus gottheilii* Seiler et al.，2013，sp. nov.（戈氏芽胞杆菌）

［84］*Bacillus graminis* Bibi et al.，2011，sp. nov.（草坪芽胞杆菌）

［85］*Bacillus haikouensis* Li et al.，2014，sp. nov.（海口芽胞杆菌）

［86］*Bacillus halmapalus* Nielsen et al.，1995，sp. nov.（盐敏芽胞杆菌）

［87］*Bacillus halochares* Pappa et al.，2010，sp. nov.（喜盐芽胞杆菌）

［88］*Bacillus halodurans*（ex Boyer 1973）Nielsen et al.，1995，nom. rev.，comb. nov.（耐盐芽胞杆菌）

［89］*Bacillus halosaccharovorans* Mehrshad et al.，2013，sp. nov.（嗜盐噬糖芽胞杆菌）

［90］*Bacillus hemicellulosilyticus* Nogi et al.，2005，sp. nov.（解半纤维素芽胞杆菌）

［91］*Bacillus hemicentroti* Chen et al.，2011，sp. nov.（海胆芽胞杆菌）

［92］*Bacillus herbersteinensis* Wieser et al.，2005，sp. nov.（黑布施泰因芽胞杆菌）

［93］*Bacillus horikoshii* Nielsen et al.，1995，sp. nov.（堀越氏芽胞杆菌）

［94］*Bacillus horneckiae* Vaishampayan et al.，2010，sp. nov.（霍氏芽胞杆菌）

［95］*Bacillus horti* Yumoto et al.，1998，sp. nov.（花园芽胞杆菌）

［96］*Bacillus huizhouensis* Li et al.，2014，sp. nov.（惠州芽胞杆菌）

［97］*Bacillus humi* Heyrman et al.，2005，sp. nov.（土地芽胞杆菌）

［98］*Bacillus hunanensis* Chen et al.，2011，sp. nov.（湖南芽胞杆菌）

［99］*Bacillus hwajinpoensis* Yoon et al.，2004，sp. nov.（花津滩芽胞杆菌）

［100］*Bacillus idriensis* Ko et al.，2006，sp. nov.（病研所芽胞杆菌）

［101］*Bacillus indicus* Suresh et al.，2004，sp. nov.（印度芽胞杆菌）

［102］*Bacillus infantis* Ko et al.，2006，sp. nov.（婴儿芽胞杆菌）

［103］*Bacillus infernus* Boone et al.，1995，sp. nov.（深层芽胞杆菌）

［104］*Bacillus invictae* Branquinho et al.，2014，sp. nov.（无敌芽胞杆菌）

［105］*Bacillus iranensis* Bagheri et al.，2012，sp. nov.（伊朗芽胞杆菌）

［106］*Bacillus isabeliae* Albuquerque et al.，2008，sp. nov.（伊氏芽胞杆菌）

［107］*Bacillus isronensis* Shivaji et al.，2009，sp. nov.（印空研芽胞杆菌 ）

［108］*Bacillus jeotgali* Yoon et al.，2001，sp. nov.（咸海鲜芽胞杆菌）

［109］*Bacillus kochii* Seiler et al.，2012，sp. nov.（柯赫氏芽胞杆菌）

［110］*Bacillus kokeshiiformis* Poudel et al.，2014，sp. nov.（小木偶芽胞杆菌）

［111］*Bacillus koreensis* Lim et al.，2006，sp. nov.（韩国芽胞杆菌）

［112］*Bacillus korlensis* Zhang et al.，2009，sp. nov.（库尔勒芽胞杆菌）

［113］*Bacillus kribbensis* Lim et al.，2007，sp. nov.（韩研所芽胞杆菌）

［114］*Bacillus krulwichiae* Yumoto et al.，2003，sp. nov.（克鲁氏芽胞杆菌）

［115］*Bacillus kyonggiensis* Dong and Lee 2011，sp. nov.（京畿芽胞杆菌）

［116］*Bacillus lehensis* Ghosh et al.，2007，sp. nov.（列城芽胞杆菌）

［117］*Bacillus lentus* Gibson 1935（Approved Lists 1980），species.（迟缓芽胞杆菌）

［118］*Bacillus licheniformis*（Weigmann 1898）Chester 1901（Approved Lists 1980），species.（地衣芽胞杆菌）

［119］*Bacillus ligniniphilus* Zhu et al.，2014，sp. nov.（嗜木质素芽胞杆菌）

［120］*Bacillus litoralis* Yoon and Oh 2005，sp. nov.（岸滨芽胞杆菌）

［121］*Bacillus locisalis* Márquez et al.，2011，sp. nov.（盐田芽胞杆菌）

［122］*Bacillus lonarensis* Reddy et al.，2014 sp. nov.（洛纳尔芽胞杆菌）

［123］*Bacillus luciferensis* Logan et al.，2002，sp. nov.（路西法芽胞杆菌）

［124］*Bacillus luteolus* Shi et al.，2011，sp. nov.（浅橘色芽胞杆菌）

［125］*Bacillus luteus* Subhash et al.，2014，sp. nov.（藤黄芽胞杆菌）

［126］*Bacillus macyae* Santini et al.，2004，sp. nov.（马氏芽胞杆菌）

［127］*Bacillus manliponensis* Jung et al.，2011，sp. nov.，（万里浦芽胞杆菌）

［128］*Bacillus mannanilyticus* Nogi et al.，2005，sp. nov.（解甘露聚糖芽胞杆菌）

［129］*Bacillus marisflavi* Yoon et al.，2003，sp. nov.（黄海芽胞杆菌）

［130］*Bacillus marmarensis* Denizci et al.，2010，sp. nov.（马尔马拉芽胞杆菌）

［131］*Bacillus massilioalgeriensis* Bendjama et al.，2014，sp. nov.（马西利阿尔及利亚芽胞杆菌）

［132］*Bacillus massilioanorexius* Mishra et al.，2013，sp. nov.（厌食芽胞杆菌）

［133］*Bacillus massiliogorillae* Keita et al.，2013，sp. nov.（大猩猩芽胞杆菌）

［134］*Bacillus massiliosenegalensis* Ramasamy et al.，2013，sp. nov.（马西利塞内加尔芽胞杆菌）

［135］*Bacillus megaterium* de Bary 1884（Approved Lists 1980），species.（巨大芽胞杆菌）

［136］*Bacillus mesonae* Liu et al.，2014，sp. nov.（仙草芽胞杆菌）

［137］*Bacillus mesophilum* Manickam et al.，2014，sp. nov.（嗜常温芽胞杆菌）

［138］*Bacillus methanolicus* Arfman et al.，1992，sp. nov.（甲醇芽胞杆菌）

［139］*Bacillus methylotrophicus* Madhaiyan et al.，2010，sp. nov.（甲基营养型芽胞杆菌）

［140］*Bacillus mojavensis* Roberts et al.，1994，sp. nov.（莫哈维沙漠芽胞杆菌）

［141］*Bacillus muralis* Heyrman et al.，2005，sp. nov.（壁芽胞杆菌）

［142］*Bacillus murimartini* Borchert et al.，2007，sp. nov.（马丁教堂芽胞杆菌）

［143］*Bacillus mycoides* Flügge 1886（Approved Lists 1980），species.（蕈状芽胞杆菌）

［144］*Bacillus nanhaiisediminis* Zhang et al.，2011，sp. nov.（南海沉积芽胞杆菌）

［145］*Bacillus nealsonii* Venkateswaran et al.，2003，sp. nov.（尼氏芽胞杆菌）

［146］*Bacillus neizhouensis* Chen et al.，2009，sp. nov.（雷州湾芽胞杆菌）

［147］*Bacillus niabensis* Kwon et al.，2007，sp. nov.（农研所芽胞杆菌）

［148］*Bacillus niacini* Nagel and Andreesen 1991，sp. nov.（烟酸芽胞杆菌）

［149］*Bacillus novalis* Heyrman et al.，2004，sp. nov.（休闲地芽胞杆菌）

［150］*Bacillus oceani* Liu et al.，2013，sp. nov.（海芽胞杆菌）

［151］*Bacillus oceanisediminis* Zhang et al.，2010，sp. nov.（海洋沉积芽胞杆菌）

［152］*Bacillus okhensis* Nowlan et al.，2006，sp. nov.（奥哈芽胞杆菌）

［153］*Bacillus okuhidensis* Li et al.，2002，sp. nov.（奥飞弹温泉芽胞杆菌）

［154］*Bacillus oleronius* Kuhnigk et al.，1996，sp. nov.（蔬菜芽胞杆菌）

［155］*Bacillus oryzaecorticis* Hong et al.，2014，sp. nov.（谷壳芽胞杆菌）

［156］*Bacillus oshimensis* Yumoto et al.，2005，sp. nov.（大岛芽胞杆菌）

［157］*Bacillus pakistanensis* Roohi et al.，2014，sp. nov.（巴基斯坦芽胞杆菌）

［158］*Bacillus panacisoli* Choi and Cha 2014，sp. nov.（人参土壤芽胞杆菌）

［159］*Bacillus panaciterrae* Ten et al.，2006，sp. nov.（人参地块芽胞杆菌）

［160］*Bacillus paraflexus* Chandna et al.，2013，sp. nov.（副弯曲芽胞杆菌）

［161］*Bacillus patagoniensis* Olivera et al.，2005，sp. nov.（巴塔哥尼亚芽胞杆菌）

［162］*Bacillus persicus* Didari et al.，2013，sp. nov.（波斯芽胞杆菌）

［163］*Bacillus pervagus* Kosowski et al.，2014，sp. nov.（游荡芽胞杆菌）

［164］*Bacillus plakortidis* Borchert et al.，2007，sp. nov.（海绵芽胞杆菌）

［165］*Bacillus pocheonensis* Ten et al.，2007，sp. nov.（抱川芽胞杆菌）

［166］*Bacillus polygoni* Aino et al.，2008，sp. nov.（蓼属芽胞杆菌）

［167］*Bacillus pseudalcaliphilus* corrig. Nielsen et al.，1995，sp. nov.（假嗜碱芽胞杆菌）

［168］*Bacillus pseudofirmus* Nielsen et al.，1995，sp. nov.（假坚强芽胞杆菌）

［169］*Bacillus pseudomycoides* Nakamura 1998，sp. nov.（假蕈状芽胞杆菌）

［170］*Bacillus psychrosaccharolyticus*（ex Larkin and Stokes 1967）Priest et al.，1989，sp. nov.，nom. rev.（冷解糖芽胞杆菌）

［171］*Bacillus pumilus* Meyer and Gottheil 1901（Approved Lists 1980），species.（短小芽胞杆菌）

［172］*Bacillus purgationiresistans* corrig. Vaz-Moreira et al.，2012，sp. nov.（净化芽胞杆菌）

［173］*Bacillus qingdaonensis* Wang et al.，2007，sp. nov.（青岛芽胞杆菌）

［174］*Bacillus qingshengii* Xi et al.，2014，sp. nov.（庆笙芽胞杆菌）

［175］*Bacillus rhizosphaerae* Madhaiyan et al.，2013，sp. nov.（根际芽胞杆菌）

［176］*Bacillus ruris* Heyndrickx et al.，2005，sp. nov.（农庄芽胞杆菌）

［177］*Bacillus safensis* Satomi et al.，2006，sp. nov.（沙福芽胞杆菌）

［178］*Bacillus salarius* Lim et al.，2006，sp. nov.（盐芽胞杆菌）

［179］*Bacillus saliphilus* Romano et al.，2005，sp. nov.（喜盐芽胞杆菌）

［180］*Bacillus salsus* Amoozegar et al.，2013，sp. nov.（好盐芽胞杆菌）

［181］*Bacillus sediminis* Yu et al.，2013，sp. nov.（沉积物芽胞杆菌）

［182］*Bacillus selenatarsenatis* Yamamura et al.，2007，sp. nov.（硒砷芽胞杆菌）

［183］*Bacillus selenitireducens* Switzer Blum et al.，2001，sp. nov.（还原硒酸盐芽胞杆菌）

［184］*Bacillus seohaeanensis* Lee et al.，2006，sp. nov.（西岸芽胞杆菌）

［185］*Bacillus shacheensis* Lei et al.，2014，sp. nov.（莎车芽胞杆菌）

［186］*Bacillus shackletonii* Logan et al 2004，sp. nov.（沙氏芽胞杆菌）

［187］*Bacillus siamensis* Sumpavapol et al.，2010，sp. nov.（暹罗芽胞杆菌）

［188］*Bacillus simplex*（ex Meyer and Gottheil 1901）Priest et al 1989，sp. nov.，nom. rev.（简单芽胞杆菌）

［189］*Bacillus siralis* Pettersson et al.，2000，sp. nov.（青贮窖芽胞杆菌）

［190］*Bacillus smithii* Nakamura et al.，1988，sp. nov.（史氏芽胞杆菌）

［191］*Bacillus soli* Heyrman et al.，2004，sp. nov.（土壤芽胞杆菌）

［192］*Bacillus solimangrovi* Lee et al.，2014，sp. nov.（红树林土壤芽胞杆菌）

［193］*Bacillus songklensis* Kang et al.，2013，sp. nov.（宋卡芽胞杆菌）

［194］*Bacillus sonorensis* Palmisano et al.，2001，sp. nov.（索诺拉沙漠芽胞杆菌）

［195］*Bacillus sporothermodurans* Pettersson et al.，1996，sp. nov.（芽胞耐热芽胞杆菌）

［196］*Bacillus stratosphericus* Shivaji et al.，2006，sp. nov.（平流层芽胞杆菌）

［197］*Bacillus subterraneus* Kanso et al.，2002，sp. nov.（地下芽胞杆菌）

［198］*Bacillus subtilis*（Ehrenberg 1835）Cohn 1872（Approved Lists 1980），species.（枯草芽胞杆菌）

［199］*Bacillus taeanensis* Lim et al.，2006，sp. nov.（大安芽胞杆菌）

［200］*Bacillus tequilensis* Gatson et al.，2006，sp. nov.（特基拉芽胞杆菌）

［201］*Bacillus thaonhiensis* Van Pham and Kim 2014，sp. nov.（陶氏芽胞杆菌）

［202］*Bacillus thermoamylovorans* Combet-Blanc et al.，1995，sp. nov.（热噬淀粉芽胞杆菌）

［203］*Bacillus thermocloacae* Demharter and Hensel 1989，sp. nov.（热阴沟芽胞杆菌）

［204］*Bacillus thermocopriae* Han et al.，2013，sp. nov.（热粪芽胞杆菌）

［205］*Bacillus thermolactis* Coorevits et al.，2011，sp. nov.（热乳芽胞杆菌）

［206］*Bacillus thermophilum* Tang et al.，2014，sp. nov.（适温芽胞杆菌）

［207］*Bacillus thermophilus* Yang et al.，2013，sp. nov.（嗜热芽胞杆菌）

［208］*Bacillus thermotolerans* Yang et al.，2013，sp. nov.（耐温芽胞杆菌）

［209］*Bacillus thioparans* corrig. Pérez-Ibarra et al.，2007，sp. nov.（产硫芽胞杆菌）

［210］*Bacillus thuringiensis* Berliner 1915（Approved Lists 1980），species.（苏云金芽胞杆菌）

［211］*Bacillus tianshenii* Jiang et al.，2014，sp. nov.（天申芽胞杆菌）

［212］*Bacillus timonensis* Kokcha et al.，2012，sp. nov.（泰门芽胞杆菌）

［213］*Bacillus toyonensis* Jiménez et al.，2013（图瓦永芽胞杆菌）

［214］*Bacillus trypoxylicola* Aizawa et al.，2010，sp. nov.（居甲虫芽胞杆菌）

［215］*Bacillus vallismortis* Roberts et al.，1996，sp. nov.（死谷芽胞杆菌）

［216］*Bacillus vanillea* Chen et al.，2014 sp. nov.（香草芽胞杆菌）

［217］*Bacillus vedderi* Agnew et al.，1996，sp. nov.（威氏芽胞杆菌）

［218］*Bacillus vietnamensis* Noguchi et al.，2004，sp. nov.（越南芽胞杆菌）

［219］*Bacillus vireti* Heyrman et al.，2004，sp. nov.（原野芽胞杆菌）

［220］*Bacillus wakoensis* Nogi et al.，2005，sp. nov.（和光芽胞杆菌）

［221］*Bacillus weihenstephanensis* Lechner et al.，1998，sp. nov.（韦氏芽胞杆菌）

［222］*Bacillus wuyishanensis* Liu et al.，2014，sp. nov.（武夷山芽胞杆菌）

［223］*Bacillus xiamenensis* Lai et al.，2014，sp. nov.（厦门芽胞杆菌）

［224］*Bacillus xiaoxiensis* Chen et al.，2011，sp. nov.（小溪芽胞杆菌）

［225］*Bacillus zhanjiangensis* Chen et al.，2012，sp. nov.（湛江芽胞杆菌）

2）好氧芽胞杆菌属（*Aeribacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Aeribacillus*。

好氧芽胞杆菌属（*Aeribacillus*，Miñana-Galbis et al.，2010，gen. nov.）于 2010 年建立。目前只有 1 种，也是该属模式种，由 *Bacillus pallidus* 重分类而转移过来，种名目录如下。

［1］*Aeribacillus pallidus*（Scholz et al. 1988）Miñana-Galbis et al. 2010，comb. nov.（苍白好氧芽胞杆菌）

3）碱芽胞杆菌属（*Alkalibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Alkalibacillus*。

碱芽胞杆菌属（*Alkalibacillus*，Jeon et al.，2005，gen. nov.）于 2005 年建立。目前有 7 种，模式种为 *Alkalibacillus haloalkaliphilus*（Fritze 1996）Jeon et al.，2005，comb. nov.（嗜盐碱碱芽胞杆菌），由 *Bacillus haloalkaliphilus* 重分类而转移过来，种名目录如下。

［1］*Alkalibacillus almallahensis* Perez-Dav et al.，2014，sp. nov.（埃尔玛拉碱芽胞杆菌）

［2］*Alkalibacillus filiformis* Romano et al.，2005，sp. nov.（线状碱芽胞杆菌）

［3］*Alkalibacillus flavidus* Yoon et al.，2010，sp. nov.（淡黄碱芽胞杆菌）

［4］*Alkalibacillus haloalkaliphilus*（Fritze 1996）Jeon et al.，2005，comb. nov.（嗜盐碱碱芽胞杆菌）

［5］*Alkalibacillus halophilus* Tian et al.，2009，sp. nov.（嗜盐碱芽胞杆菌）

［6］*Alkalibacillus salilacus* Jeon et al.，2005，sp. nov.（盐湖碱芽胞杆菌）

［7］*Alkalibacillus silvisoli* Usami et al.，2007，sp. nov.（林地碱芽胞杆菌）

4）别样芽胞杆菌属（*Allobacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Allobacillus*。

别样芽胞杆菌属（*Allobacillus*，Sheu et al.，2011，gen. nov.）于 2011 年建立。目前只有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Allobacillus halotolerans* Sheu et al.，2011，sp. nov.（耐盐别样芽胞杆菌）

5）交替芽胞杆菌属（*Alteribacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Alteribacillus*。

交替芽胞杆菌属（*Alteribacillus*，Sheu et al.，2011，gen. nov.）于 2011 年建立。目前只有 2 种，其中 *Alteribacillus persepolensis* 由 *Bacillus persepolensis* 重分类而转移过来，

模式种为 *Alteribacillus bidgolensis* Didari et al.，2012（阿巴德盐湖交替芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Alteribacillus bidgolensis* Didari et al.，2012，sp. nov.（阿巴德盐湖交替芽胞杆菌）

［2］*Alteribacillus persepolensis*（Amoozegar et al.，2009）Didari et al.，2012，comb. nov.（波斯波利斯交替芽胞杆菌）

6）兼性芽胞杆菌属（*Amphibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Amphibacillus*。

兼性芽胞杆菌属（*Amphibacillus*，Niimura et al.，1990，gen. nov.）于 1990 年建立。目前有 10 种，模式种为 *Amphibacillus xylanus* Niimura et al.，1990，sp. nov.（木聚糖兼性芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Amphibacillus cookii* Pugin et al.，2012，sp. nov.（库氏兼性芽胞杆菌）

［2］*Amphibacillus fermentum* Zhilina et al.，2002，sp. nov.（发酵兼性芽胞杆菌）

［3］*Amphibacillus haojiensis* Zhao et al.，2004，sp. nov.（好纪湖兼性芽胞杆菌）

［4］*Amphibacillus iburiensis* Hirota et al.，2013，sp. nov.（胆振兼性芽胞杆菌）

［5］*Amphibacillus indicireducens* Hirota et al.，2013，sp. nov.（靛蓝消减兼性芽胞杆菌）

［6］*Amphibacillus jilinensis* Wu et al.，2010，sp. nov.（吉林兼性芽胞杆菌）

［7］*Amphibacillus marinus* Ren et al.，2013，sp. nov.（海洋兼性芽胞杆菌）

［8］*Amphibacillus sediminis* An et al.，2007，sp. nov.（沉积物兼性芽胞杆菌）

［9］*Amphibacillus tropicus* Zhilina et al.，2002，sp. nov.（热带兼性芽胞杆菌）

［10］*Amphibacillus xylanus* Niimura et al.，1990，sp. nov.（木聚糖兼性芽胞杆菌）

7）厌氧芽胞杆菌属（*Anaerobacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Anaerobacillus*。

厌氧芽胞杆菌属（*Anaerobacillus*，Zavarzina et al.，2010，gen. nov.）于 2010 年建立。目前只有 3 种，其中 *Anaerobacillus alkalidiazotrophicus* 由 *Bacillus alkalidiazotrophicus* 重分类而转移过来，模式种为 *Anaerobacillus arseniciselenatis* corrig.（Switzer Blum et al.，2001）Zavarzina et al.，2010.（砷硒厌氧芽胞杆菌），由 *Bacillus arseniciselenatis* 重分类而转移过来，种名目录如下。

［1］*Anaerobacillus alkalidiazotrophicus*（Sorokin et al.，2008）Zavarzina et al.，2010，comb. nov.（嗜碱固氮厌氧芽胞杆菌）

［2］*Anaerobacillus alkalilacustris* corrig. Zavarzina et al.，2010，sp. nov.（碱湖厌氧芽胞杆菌）

［3］*Anaerobacillus arseniciselenatis*（Switzer Blum et al.，2001）Zavarzina et al.，2010，comb. nov.（砷硒厌氧芽胞杆菌）

8）无氧芽胞杆菌属（*Anoxybacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Anoxybacillus*。

无氧芽胞杆菌属（*Anoxybacillus*，Pikuta et al.，2000，gen. nov.）于 2000 年建立。

目前有 22 种，其中 *Anoxybacillus tepidamans* 由 *Geobacillus tepidamans* 重分类而转移过来，模式种为 *Anoxybacillus pushchinoensis* corrig. Pikuta et al.，2000，sp. nov.（普希诺无氧芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Anoxybacillus amylolyticus* Poli et al.，2006，sp. nov.（解淀粉无氧芽胞杆菌）

［2］*Anoxybacillus ayderensis* Dulger et al.，2004，sp. nov.（里泽无氧芽胞杆菌）

［3］*Anoxybacillus bogrovensis* Atanassova et al.，2008，sp. nov.（波格洛夫区无氧芽胞杆菌）

［4］*Anoxybacillus caldiproteolyticus* Coorevits et al.，2012，sp. nov.（热解蛋白质无氧芽胞杆菌）

［5］*Anoxybacillus calidus* Cihan et al.，2014，sp. nov.（好温无氧芽胞杆菌）

［6］*Anoxybacillus contaminans* De Clerck et al.，2004，sp. nov.（污染无氧芽胞杆菌）

［7］*Anoxybacillus eryuanensis* Zhang et al.，2011，sp. nov.（洱源无氧芽胞杆菌）

［8］*Anoxybacillus flavithermus* Pikuta et al.，2000，sp. nov.（好热黄无氧芽胞杆菌）

［9］*Anoxybacillus gonensis* Belduz et al.，2003，sp. nov.（格嫩泉无氧芽胞杆菌）

［10］*Anoxybacillus kamchatkensis* Kevbrin et al.，2006，sp. nov.（堪察加无氧芽胞杆菌）

［11］*Anoxybacillus kaynarcensis* Inan et al.，2013，sp. nov.（凯纳尔贾无氧芽胞杆菌）

［12］*Anoxybacillus kestanbolensis* Dulger et al.，2004，sp. nov.（凯斯坦波尔泉无氧芽胞杆菌）

［13］*Anoxybacillus mongoliensis* Namsaraev et al.，2011，sp. nov.（蒙古无氧芽胞杆菌）

［14］*Anoxybacillus pushchinoensis* corrig. Pikuta et al.，2000，sp. nov.（普希诺无氧芽胞杆菌）

［15］*Anoxybacillus rupiensis* Derekova et al.，2008，sp. nov.（努比卤地无氧芽胞杆菌）

［16］*Anoxybacillus salavatliensis* Cihan et al.，2011，sp. nov（萨拉瓦蒂尼无氧芽胞杆菌）

［17］*Anoxybacillus suryakundensis* Deep et al.，2013，sp. nov（日神池无氧芽胞杆菌）

［18］*Anoxybacillus tengchongensis* Zhang et al.，2011，sp. nov.（腾冲无氧芽胞杆菌）

［19］*Anoxybacillus tepidamans*（Schäffer et al.，2004）Coorevits et al.，2012，comb. nov.（喜微温无氧芽胞杆菌）

［20］*Anoxybacillus thermarum* Poli et al.，2011，sp. nov.（温泉无氧芽胞杆菌）

［21］*Anoxybacillus vitaminiphilus* Zhang et al.，2013，sp. nov.（嗜维生素无氧芽胞杆菌）

［22］*Anoxybacillus voinovskiensis* Yumoto et al.，2004，sp. nov.（沃索夫斯基泉无氧芽胞杆菌）

9）水芽胞杆菌属（*Aquibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Aquibacillus*。

水芽胞杆菌属（*Aquibacillus*，Amoozegar et al.，2014，gen. nov.）于 2014 年建立。目前只有 4 种，其中 *Aquibacillus albus* 和 *Aquibacillus koreensis* 分别由 *Virgibacillus albus* 和 *Virgibacillus koreensis* 重分类而转移过来，模式种为 *Aquibacillus halophilus* Amoozegar et al.，2014，sp. nov.（喜盐水芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Aquibacillus albus*（Zhang et al.，2012）Amoozegar et al.，2014，comb. nov.（白色水芽胞杆菌）

［2］*Aquibacillus halophilus* Amoozegar et al.，2014，sp. nov.（喜盐水芽胞杆菌）

［3］*Aquibacillus koreensis*（Lee et al.，2006）Amoozegar et al.，2014，comb. nov.（韩国水芽胞杆菌）

［4］*Aquibacillus salifodinae* Zhang et al.，2014，sp. nov.（盐矿水芽胞杆菌）

10）居盐水芽胞杆菌属（*Aquisalibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Aquisalibacillus*。

居盐水芽胞杆菌属（*Aquisalibacillus*，Márquez et al.，2008，gen. nov.）于 2008 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Aquisalibacillus elongatus* Márquez et al.，2008，sp. nov.（延伸居盐水芽胞杆菌）

11）热碱芽胞杆菌属（*Caldalkalibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Aquisalibacillus*。

热碱芽胞杆菌属（*Caldalkalibacillus*，Xue et al.，2006，gen. nov.）于 2006 年建立。目前只有 2 种，模式种为 *Caldalkalibacillus thermarum* Xue et al.，2006，sp. nov.（温泉热碱芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Caldalkalibacillus thermarum* Xue et al.，2006，sp. nov.（温泉热碱芽胞杆菌）

［2］*Caldalkalibacillus uzonensis* Zhao et al.，2008，sp. nov.（乌宗山热碱芽胞杆菌）

12）热芽胞杆菌属（*Caldibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Caldibacillus*。

热芽胞杆菌属（*Caldibacillus*，Coorevits et al.，2012，gen. nov.）于 2012 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，由 *Geobacillus debilis* 重分类而转移过来，种名目录如下。

［1］*Caldibacillus debilis*（Banat et al.，2004）Coorevits et al.，2012，comb. nov.（虚弱热芽胞杆菌）

13）樱桃样芽胞杆菌属（*Cerasibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Cerasibacillus*。

樱桃样芽胞杆菌属（*Cerasibacillus*，Nakamura et al.，2004，gen. nov.）于 2004 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Cerasibacillus quisquiliarum* Nakamura et al.，2004，sp. nov.（厨余樱桃样芽胞杆菌）

14）堆肥芽胞杆菌属（*Compostibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Compostibacillus*。

堆肥芽胞杆菌属（*Compostibacillus*，Yu et al.，2014，gen. nov.）于 2014 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Compostibacillus humi* Yu et al.，2014，sp. nov.（土壤堆肥芽胞杆菌）

15）房间芽胞杆菌属（*Domibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Domibacillus*。

房间芽胞杆菌属（*Domibacillus*，Seiler et al.，2013，gen. nov.）于 2013 年建立。目

前只有 3 种，模式种为 *Domibacillus robiginosus* Seiler et al.，2013，sp. nov.（铁锈色房间芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Domibacillus indicus* Sharma et al.，2014，sp. nov.（印度房间芽胞杆菌）

［2］*Domibacillus enclensis* Sonalkar et al.，2014，sp. nov.（国化室房间芽胞杆菌）

［3］*Domibacillus robiginosus* Seiler et al.，2013，sp. nov.（铁锈色房间芽胞杆菌）

16）假芽胞杆菌属（*Falsibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Falsibacillus*。

假芽胞杆菌属（*Falsibacillus*，Zhou et al.，2009，gen. nov.）于 2009 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，由 *Bacillus pallidus* Zhou et al.，2008 重分类而转移过来，种名目录如下。

［1］*Falsibacillus pallidus*（Zhou et al.，2008）Zhou et al.，2009，comb. nov.（苍白假芽胞杆菌）

17）虚构芽胞杆菌属（*Fictibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Fictibacillus*。

虚构芽胞杆菌属（*Fictibacillus*，Glaeser et al.，2013，gen. nov.）于 2013 年建立。目前有 9 种，其中有 7 种分别由 *Bacillus arsenicus*、*Bacillus barbaricus*、*Bacillus macauensis*、*Bacillus nanhaiensis*、*Bacillus rigui*、*Bacillus solisalsi* 和 *Bacillus gelatini* 重分类而转移过来，模式种为 *Fictibacillus barbaricus*（Täubel et al.，2003）Glaeser et al.，2013，comb. nov.（奇异虚构芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Fictibacillus arsenicus*（Shivaji et al.，2005）Glaeser et al.，2013，comb. nov.（砷虚构芽胞杆菌）

［2］*Fictibacillus barbaricus*（Täubel et al.，2003）Glaeser et al.，2013，comb. nov.（奇异虚构芽胞杆菌）

［3］*Fictibacillus enclensis* Dastager et al.，2014，sp. nov.（国化室虚构芽胞杆菌）

［4］*Fictibacillus gelatini*（De Clerck et al.，2004）Glaeser et al.，2013，comb. nov.（明胶虚构芽胞杆菌）

［5］*Fictibacillus macauensis*（Zhang et al.，2006）Glaeser et al.，2013，comb. nov.（澳门虚构芽胞杆菌）

［6］*Fictibacillus nanhaiensis*（Chen et al.，2011）Glaeser et al.，2013，comb. nov.（南海虚构芽胞杆菌）

［7］*Fictibacillus phosphorivorans* Glaeser et al.，2013，sp. nov.（噬磷虚构芽胞杆菌）

［8］*Fictibacillus rigui*（Baik et al.，2010）Glaeser et al.，2013，comb. nov.（水生虚构芽胞杆菌）

［9］*Fictibacillus solisalsi*（Liu et al.，2009）Glaeser et al.，2013，comb. nov.（盐土虚构芽胞杆菌）

18）线芽胞杆菌属（*Filobacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Filobacillus*。

线芽胞杆菌属（*Filobacillus*，Schlesner et al.，2001，gen. nov.）于 2001 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Filobacillus milosensis* corrig. Schlesner et al.，2001，sp. nov.（米洛斯岛线芽胞杆菌）

19）地芽胞杆菌属（*Geobacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Geobacillus*。

地芽胞杆菌属（*Geobacillus*，Nazina et al.，2001，gen. nov.）于 2001 年建立。目前有 17 种，其中有 9 种分别由 *Bacillus kaustophilus*、*Bacillus pallidus* Scholz et al.，1988、*Bacillus stearothermophilus*、*Bacillus thermantarcticus*、*Bacillus thermocatenulatus*、*Bacillus thermodenitrificans*、*Bacillus thermoglucosidasius*、*Bacillus thermoleovorans* 和 *Bacillus vulcani* 重分类而转移过来，*Geobacillus caldoxylosilyticus* 则由 *Saccharococcus caldoxylosilyticus* 重分类而转移过来。此外，*Geobacillus gargensis* Nazina et al.，2004 是 *Geobacillus thermocatenulatus*（Golovacheva et al.，1991）Nazina et al.，2001 的同种异名而被合并。模式种为 *Geobacillus stearothermophilus*（Donk 1920）Nazina et al.，2001.（嗜热嗜脂肪地芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Geobacillus caldoxylosilyticus*（Ahmad et al.，2000）Fortina et al.，2001，comb. nov.（热解木糖地芽胞杆菌）

［2］*Geobacillus galactosidasius* Poli et al.，2012，sp. nov.（产半乳糖地芽胞杆菌）

［3］*Geobacillus jurassicus* Nazina et al.，2005，sp. nov.（侏罗纪地芽胞杆菌）

［4］*Geobacillus kaustophilus*（Priest et al.，1989）Nazina et al.，2001，comb. nov.（嗜酷热地芽胞杆菌）

［5］*Geobacillus lituanicus* Kuisiene et al.，2004，sp. nov.（立陶宛地芽胞杆菌）

［6］*Geobacillus pallidus*（Scholz et al.，1988）Banat et al.，2004，comb. nov.（苍白地芽胞杆菌）

［7］*Geobacillus stearothermophilus*（Donk 1920）Nazina et al.，2001，comb. nov.（嗜热噬脂肪地芽胞杆菌）

［8］*Geobacillus subterraneus* Nazina et al.，2001，sp. nov.（地下地芽胞杆菌）

［9］*Geobacillus thermantarcticus*（Nicolaus et al.，2002）Coorevits et al.，2012，comb. nov.（热南极地芽胞杆菌）

［10］*Geobacillus thermocatenulatus*（Golovacheva et al.，1991）Nazina et al.，2001，comb. nov.（热小链地芽胞杆菌）

［11］*Geobacillus thermodenitrificans*（Manachini et al.，2000）Nazina et al.，2001，comb. nov.（热脱氮地芽胞杆菌）

［12］*Geobacillus thermoglucosidasius*（Suzuki et al.，1984）Nazina et al.，2001，comb. nov.（热稳葡萄糖苷酶地芽胞杆菌）

［13］*Geobacillus thermoleovorans*（Zarilla and Perry 1988）Nazina et al.，2001，comb. nov.（热噬油地芽胞杆菌）

［14］*Geobacillus toebii* Sung et al.，2002，sp. nov.（就地堆肥地芽胞杆菌）

［15］*Geobacillus uzenensis* Nazina et al.，2001，sp. nov.（乌津油田地芽胞杆菌）

［16］*Geobacillus vulcani*（Caccamo et al.，2000）Nazina et al.，2004，comb. nov.（火神地芽胞杆菌）

［17］*Geobacillus zalihae* Abd Rahman et al.，2007，sp. nov.（杂力哈地芽胞杆菌）

20）纤细芽胞杆菌属（*Gracilibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Gracilibacillus*。

纤细芽胞杆菌属（*Gracilibacillus*，Wainø et al.，1999，gen. nov.）于 1999 年建立。目前有 15 种，其中 *Gracilibacillus dipsosauri* 由 *Bacillus dipsosauri* 重分类而转移过来，模式种为 *Gracilibacillus halotolerans* Wainø et al.，1999，sp. nov.（耐盐纤细芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Gracilibacillus alcaliphilus* Hirota et al.，2014，sp. nov.（嗜碱纤细芽胞杆菌）

［2］*Gracilibacillus bigeumensis* Kim et al.，2012，sp. nov.（神鸟岛纤细芽胞杆菌）

［3］*Gracilibacillus boraciitolerans* Ahmed et al.，2007，sp. nov.（耐硼纤细芽胞杆菌）

［4］*Gracilibacillus dipsosauri*（Lawson et al.，1996）Wainø et al.，1999，comb. nov.（蜥蜴纤细芽胞杆菌）

［5］*Gracilibacillus halophilus* Chen et al.，2008，sp. nov.（嗜盐纤细芽胞杆菌）

［6］*Gracilibacillus halotolerans* Wainø et al.，1999，sp. nov.（耐盐纤细芽胞杆菌）

［7］*Gracilibacillus kekensis* Gao et al.，2012，sp. nov.（柯柯盐湖纤细芽胞杆菌）

［8］*Gracilibacillus lacisalsi* Jeon et al.，2008，sp. nov.（盐湖纤细芽胞杆菌）

［9］*Gracilibacillus marinus* Huang et al.，2013，sp. nov.（海洋纤细芽胞杆菌）

［10］*Gracilibacillus orientalis* Carrasco et al.，2006，sp. nov.（东边纤细芽胞杆菌）

［11］*Gracilibacillus quinghaiensis* Chen et al.，2008，sp. nov.（青海纤细芽胞杆菌）

［12］*Gracilibacillus saliphilus* Tang et al.，2009，sp. nov.（喜盐纤细芽胞杆菌）

［13］*Gracilibacillus thailandensis* Chamroensaksri et al.，2010，sp. nov.（泰国纤细芽胞杆菌）

［14］*Gracilibacillus ureilyticus* Huo et al.，2010，sp. nov.（解尿素纤细芽胞杆菌）

［15］*Gracilibacillus xinjiangensis* Yang et al.，2013，sp. nov.（新疆纤细芽胞杆菌）

21）喜盐碱芽胞杆菌属（*Halalkalibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Halalkalibacillus*。

喜盐碱芽胞杆菌属（*Halalkalibacillus*，Echigo et al.，2007，gen. nov.）于 2007 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Halalkalibacillus halophilus* Echigo et al.，2007，sp. nov.（嗜盐喜盐碱芽胞杆菌）

22）喜盐芽胞杆菌属（*Halobacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Halobacillus*。

喜盐芽胞杆菌属（*Halobacillus*，Spring et al.，1996，gen. nov.）于 1996 年建立。目前有 20 种，模式种为 *Halobacillus halophilus*（Claus et al.，1984）Spring et al.，1996，

comb. nov.（嗜盐喜盐芽胞杆菌），由 *Sporosarcina halophila* 重分类而转移过来，种名目录如下。

［1］*Halobacillus aidingensis* Liu et al.，2005，sp. nov.（艾丁湖喜盐芽胞杆菌）

［2］*Halobacillus alkaliphilus* Romano et al.，2008，sp. nov.（嗜碱喜盐芽胞杆菌）

［3］*Halobacillus campisalis* Yoon et al.，2007，sp. nov.（盐田喜盐芽胞杆菌）

［4］*Halobacillus dabanensis* Liu et al.，2005，sp. nov.（达班盐湖喜盐芽胞杆菌）

［5］*Halobacillus faecis* An et al.，2007，sp. nov.（沉泥喜盐芽胞杆菌）

［6］*Halobacillus halophilus*（Claus et al.，1984）Spring et al.，1996，comb. nov.（嗜盐喜盐芽胞杆菌）

［7］*Halobacillus hunanensis* Peng et al.，2009，sp. nov.（湖南喜盐芽胞杆菌）

［8］*Halobacillus karajensis* Amoozegar et al.，2003，sp. nov.（卡拉季喜盐芽胞杆菌）

［9］*Halobacillus kuroshimensis* Hua et al.，2007，sp. nov.（黑岛喜盐芽胞杆菌）

［10］*Halobacillus litoralis* Spring et al.，1996，sp. nov.（岸喜盐芽胞杆菌）

［11］*Halobacillus locisalis* Yoon et al.，2004，sp. nov.（盐地喜盐芽胞杆菌）

［12］*Halobacillus mangrovi* Soto-Ramírez et al.，2008，sp. nov.（红树喜盐芽胞杆菌）

［13］*Halobacillus naozhouensis* Chen et al.，2012，sp. nov.（硇洲喜盐芽胞杆菌）

［14］*Halobacillus profundi* Hua et al.，2007，sp. nov.（深海喜盐芽胞杆菌）

［15］*Halobacillus salinus* Yoon et al.，2003，sp. nov.（盐渍喜盐芽胞杆菌）

［16］*Halobacillus salsuginis* Chen et al.，2009，sp. nov.（盐水喜盐芽胞杆菌）

［17］*Halobacillus seohaensis* Yoon et al.，2008，sp. nov.（黄海喜盐芽胞杆菌）

［18］*Halobacillus thailandensis* Chaiyanan et al.，1999，sp. nov.（泰国喜盐芽胞杆菌）

［19］*Halobacillus trueperi* Spring et al.，1996，sp. nov.（楚氏喜盐芽胞杆菌）

［20］*Halobacillus yeomjeoni* Yoon et al.，2005，sp. nov.（日光盐场喜盐芽胞杆菌）

23）盐乳芽胞杆菌属（*Halolactibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Halolactibacillus*。

盐乳芽胞杆菌属（*Halolactibacillus*，Ishikawa et al.，2005，gen. nov.）于 2005 年建立。目前只有 3 种，模式种为 *Halolactibacillus halophilus* Ishikawa et al.，2005，sp. nov.（嗜盐盐乳芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Halolactibacillus alkaliphilus* Cao et al.，2008，sp. nov.（嗜碱盐乳芽胞杆菌）

［2］*Halolactibacillus halophilus* Ishikawa et al.，2005，sp. nov.（嗜盐盐乳芽胞杆菌）

［3］*Halolactibacillus miurensis* Ishikawa et al.，2005，sp. nov.（三浦半岛盐乳芽胞杆菌）

24）解氢芽胞杆菌属（*Hydrogenibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Hydrogenibacillus*。

解氢芽胞杆菌属（*Hydrogenibacillus*，Kämpfer et al.，2013，gen. nov.）于 2013 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，由 *Bacillus schlegelii* 重分类而转移过来，种名目录如下。

［1］*Hydrogenibacillus schlegelii*（Schenk and Aragno 1981）Kämpfer et al.，2013，comb.

nov.（施氏解氢芽胞杆菌）

25）吉林芽胞杆菌属（*Jilinibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Jilinibacillus*。

吉林芽胞杆菌属（*Jilinibacillus*，Liu et al.，2014，gen. nov.）于 2014 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Jilinibacillus soli* Liu et al.，2014，sp. nov.（土壤吉林芽胞杆菌）

26）慢生芽胞杆菌属（*Lentibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Lentibacillus*。

慢生芽胞杆菌属（*Lentibacillus*，Yoon et al.，2002，gen. nov.）于 2002 年建立。目前有 11 种，模式种为 *Lentibacillus salicampi* Yoon et al.，2002，sp. nov.（盐田慢生芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Lentibacillus halodurans* Yuan et al.，2007，sp. nov.（耐盐慢生芽胞杆菌）

［2］*Lentibacillus halophilus* Tanasupawat et al.，2006，sp. nov.（嗜盐慢生芽胞杆菌）

［3］*Lentibacillus jeotgali* Jung et al.，2010，sp. nov.（咸海鲜慢生芽胞杆菌）

［4］*Lentibacillus juripiscarius* Namwong et al.，2005，sp. nov.（鱼酱慢生芽胞杆菌）

［5］*Lentibacillus kapialis* Pakdeeto et al.，2007，sp. nov.（虾酱慢生芽胞杆菌）

［6］*Lentibacillus lacisalsi* Lim et al.，2005，sp. nov.（盐湖慢生芽胞杆菌）

［7］*Lentibacillus persicus* Sánchez-Porro et al.，2010，sp. nov.（波斯慢生芽胞杆菌）

［8］*Lentibacillus salarius* Jeon et al.，2005，sp. nov.（盐沉积物慢生芽胞杆菌）

［9］*Lentibacillus salicampi* Yoon et al.，2002，sp. nov.（盐田慢生芽胞杆菌）

［10］*Lentibacillus salinarum* Lee et al.，2008，sp. nov.（盐场慢生芽胞杆菌）

［11］*Lentibacillus salis* Lee et al.，2008，sp. nov.（盐慢生芽胞杆菌）

27）赖氨酸芽胞杆菌属（*Lysinibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Lysinibacillus*。

赖氨酸芽胞杆菌属（*Lysinibacillus*，Ahmed et al.，2007，gen. nov.）于 2007 年建立。目前有 19 种，其中有 5 种分别由 *Bacillus fusiformis*、*Bacillus macrolides*、*Bacillus massiliensis*、*Bacillus odysseyi* 和 *Bacillus sphaericus* 重分类而转移过来，模式种为 *Lysinibacillus boronitolerans* Ahmed et al.，2007，sp. nov.（耐硼赖氨酸芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Lysinibacillus boronitolerans* Ahmed et al.，2007，sp. nov.（耐硼赖氨酸芽胞杆菌）

［2］*Lysinibacillus chungkukjangi* Kim et al.，2013，sp. nov.（清国酱赖氨酸芽胞杆菌）

［3］*Lysinibacillus contaminans* Kämpfer et al.，2013，sp. nov.（污染赖氨酸芽胞杆菌）

［4］*Lysinibacillus fusiformis*（Priest et al.，1989）Ahmed et al.，2007，comb. nov.（纺锤形赖氨酸芽胞杆菌）

［5］*Lysinibacillus halotolerans* Kong et al.，2014，sp. nov.（耐盐赖氨酸芽胞杆菌）

［6］*Lysinibacillus jejuensis* Kim et al.，2013，sp. nov.（济州岛赖氨酸芽胞杆菌）

［7］*Lysinibacillus macrolides*（ex Bennett and Canale-Parola 1965）Coorevits et al.，2012，sp. nov.，nom. rev.（长赖氨酸芽胞杆菌）

［8］*Lysinibacillus manganicus* Liu et al.，2013，sp. nov.（锰矿土赖氨酸芽胞杆菌）

［9］*Lysinibacillus mangiferahumi* Yang et al.，2012，sp. nov.（芒果土赖氨酸芽胞杆菌）

［10］*Lysinibacillus massiliensis*（Glazunova et al.，2006）Jung et al.，2012，comb. nov.（马赛赖氨酸芽胞杆菌）

［11］*Lysinibacillus meyeri* Seiler et al.，2013，sp. nov.（迈耶氏赖氨酸芽胞杆菌）

［12］*Lysinibacillus odysseyi*（La Duc et al.，2004）Jung et al.，2012，comb. nov.（奥德赛赖氨酸芽胞杆菌）

［13］*Lysinibacillus pakistanensis* Ahmed et al.，2014，sp. nov.（巴基斯坦赖氨酸芽胞杆菌）

［14］*Lysinibacillus parviboronicapiens* Miwa et al.，2009，sp. nov.（含低硼赖氨酸芽胞杆菌）

［15］*Lysinibacillus sinduriensis* Jung et al.，2012，sp. nov.（新头里赖氨酸芽胞杆菌）

［16］*Lysinibacillus sphaericus*（Meyer and Neide 1904）Ahmed et al.，2007，comb. nov.（球形赖氨酸芽胞杆菌）

［17］*Lysinibacillus tabacifolii* Duan et al.，2014，sp. nov.（烟叶赖氨酸芽胞杆菌）

［18］*Lysinibacillus varians* Zhu et al.，2014，sp. nov.（变异赖氨酸芽胞杆菌）

［19］*Lysinibacillus xylanilyticus* Lee et al.，2010，sp. nov.（解木聚糖赖氨酸芽胞杆菌）

28）高钠芽胞杆菌属（*Natribacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Natribacillus*。

高钠芽胞杆菌属（*Natribacillus*，Echigo et al.，2012，gen. nov.）于 2012 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Natribacillus halophilus* Echigo et al.，2012，sp. nov.（嗜盐高钠芽胞杆菌）

29）嗜碱芽胞杆菌属（*Natronobacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Natronobacillus*。

嗜碱芽胞杆菌属（*Natronobacillus*，Sorokin et al.，2009，gen. nov.）于 2009 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Natronobacillus azotifigens* Sorokin et al.，2009，sp. nov.（固氮嗜碱芽胞杆菌）

30）大洋芽胞杆菌属（*Oceanobacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Oceanobacillus*。

大洋芽胞杆菌属（*Oceanobacillus*，Lu et al.，2002，gen. nov.）于 2002 年建立。目前有 21 种，其中 *Oceanobacillus picturae* 由 *Virgibacillus picturae* 重分类而转移过来，模式种为 *Oceanobacillus iheyensis* Lu et al.，2002，sp. nov.（伊平屋桥大洋芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Oceanobacillus caeni* Nam et al.，2008，sp. nov.（淤泥大洋芽胞杆菌）

［2］*Oceanobacillus chironomi* Raats and Halpern 2007，sp. nov.（摇蚊大洋芽胞杆菌）

［3］*Oceanobacillus chungangensis* Lee et al.，2013，sp. nov.（中央大洋芽胞杆菌）

［4］*Oceanobacillus gochujangensis* Jang et al.，2014，sp. nov.（苦椒酱大洋芽胞杆菌）

［5］*Oceanobacillus halophilum* Tang et al.，2014，sp. nov.（嗜盐大洋芽胞杆菌）

［6］*Oceanobacillus iheyensis* Lu et al.，2002，sp. nov.（伊平屋桥大洋芽胞杆菌）

［7］*Oceanobacillus indicireducens* Hirota et al.，2013，sp. nov.（靛蓝降解大洋芽胞杆菌）

［8］*Oceanobacillus kapialis* Namwong et al.，2009，sp. nov.（盐湖大洋芽胞杆菌）

［9］*Oceanobacillus kimchii* Whon et al.，2011，sp. nov.（泡菜大洋芽胞杆菌）

［10］*Oceanobacillus limi* Amoozegar et al.，2014，sp. nov.（泥浆大洋芽胞杆菌）

［11］*Oceanobacillus locisalsi* Lee et al.，2010，sp. nov.（盐场大洋芽胞杆菌）

［12］*Oceanobacillus luteolus* Wu et al.，2014，sp. nov.（浅黄大洋芽胞杆菌）

［13］*Oceanobacillus manasiensis* Wang et al.，2013，sp. nov.（玛纳斯大洋芽胞杆菌）

［14］*Oceanobacillus massiliensis* Roux et al.，2013，sp. nov.（马赛大洋芽胞杆菌）

［15］*Oceanobacillus neutriphilus* Yang et al.，2010，sp. nov.（中性大洋芽胞杆菌）

［16］*Oceanobacillus oncorhynchi* Yumoto et al.，2005，sp. nov.（小鳟鱼大洋芽胞杆菌）

［17］*Oceanobacillus pacificus* Yu et al.，2014，sp. nov.（太平洋大洋芽胞杆菌）

［18］*Oceanobacillus picturae*（Heyrman et al.，2003）Lee et al.，2006，comb. nov.（图画大洋芽胞杆菌）

［19］*Oceanobacillus polygoni* Hirota et al.，2013，sp. nov.（蓼蓝大洋芽胞杆菌）

［20］*Oceanobacillus profundus* Kim et al.，2007，sp. nov.（深层大洋芽胞杆菌）

［21］*Oceanobacillus sojae* corrig. Tominaga et al.，2009，sp. nov.（大豆大洋芽胞杆菌）

31）鸟氨酸芽胞杆菌属（*Ornithinibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Ornithinibacillus*。

鸟氨酸芽胞杆菌属（*Ornithinibacillus*，Mayr et al.，2006，gen. nov.）于 2006 年建立。目前有 7 种，模式种为 *Ornithinibacillus bavariensis* Mayr et al.，2006，sp. nov.（巴伐利亚鸟氨酸芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Ornithinibacillus bavariensis* Mayr et al.，2006，sp. nov.（巴伐利亚鸟氨酸芽胞杆菌）

［2］*Ornithinibacillus californiensis* Mayr et al.，2006，sp. nov.（加利福尼亚鸟氨酸芽胞杆菌）

［3］*Ornithinibacillus contaminans* Kämpfer et al.，2010，sp. nov.（污血鸟氨酸芽胞杆菌）

［4］*Ornithinibacillus halophilus* Bagheri et al.，2013，sp. nov.（喜盐鸟氨酸芽胞杆菌）

［5］*Ornithinibacillus halotolerans* Lu et al.，2014，sp. nov.（耐盐鸟氨酸芽胞杆菌）

［6］*Ornithinibacillus heyuanensis* Wu et al.，2014，sp. nov.（河源鸟氨酸芽胞杆菌）

［7］*Ornithinibacillus scapharcae* Shin et al.，2012，sp. nov.（毛蚶鸟氨酸芽胞杆菌）

32）海境芽胞杆菌属（*Paraliobacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Paraliobacillus*。

海境芽胞杆菌属（*Paraliobacillus*，Ishikawa et al.，2003，gen. nov.）于 2003 年建立。目前仅有 2 种，模式种为 *Paraliobacillus ryukyuensis* Ishikawa et al.，2003，sp. nov.（琉

球海境芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Paraliobacillus quinghaiensis* Chen et al.，2009，sp. nov.（青海海境芽胞杆菌）

［2］*Paraliobacillus ryukyuensis* Ishikawa et al.，2003，sp. nov.（琉球海境芽胞杆菌）

33）少盐芽胞杆菌属（*Paucisalibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Paucisalibacillus*。

少盐芽胞杆菌属（*Paucisalibacillus*，Nunes et al.，2006，gen. nov.）于 2006 年建立。目前仅有 2 种，模式种为 *Paucisalibacillus globulus* Nunes et al.，2006，sp. nov.（小球状少盐芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Paucisalibacillus globulus* Nunes et al.，2006，sp. nov.（小球状少盐芽胞杆菌）

［2］*Paucisalibacillus algeriensis* Bendjama et al.，2014，sp. nov.（阿尔及利亚少盐芽胞杆菌）

34）鱼芽胞杆菌属（*Piscibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Piscibacillus*。

鱼芽胞杆菌属（*Piscibacillus*，Tanasupawat et al.，2007，gen. nov.）于 2007 年建立。目前仅有 2 种，模式种为 *Piscibacillus salipiscarius* Tanasupawat et al.，2007，sp. nov.（盐鱼鱼芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Piscibacillus halophilus* Amoozegar et al.，2009，sp. nov.（嗜盐鱼芽胞杆菌）

［2］*Piscibacillus salipiscarius* Tanasupawat et al.，2007，sp. nov.（盐鱼鱼芽胞杆菌）

35）海芽胞杆菌属（*Pontibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Pontibacillus*。

海芽胞杆菌属（*Pontibacillus*，Lim et al.，2005，gen. nov.）于 2005 年建立。目前有 5 种，模式种为 *Pontibacillus chungwhensis* Lim et al.，2005，sp. nov.（从化海芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Pontibacillus chungwhensis* Lim et al.，2005，sp. nov.（从化海芽胞杆菌）

［2］*Pontibacillus halophilus* Chen et al.，2009，sp. nov.（嗜盐海芽胞杆菌）

［3］*Pontibacillus litoralis* Chen et al.，2010，sp. nov.（岸滨海芽胞杆菌）

［4］*Pontibacillus marinus* Lim et al.，2005，sp. nov.（海洋海芽胞杆菌）

［5］*Pontibacillus yanchengensis* Yang et al.，2011，sp. nov.（盐城海芽胞杆菌）

36）假纤细芽胞杆菌属（*Pseudogracilibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Pseudogracilibacillus*。

假纤细芽胞杆菌属（*Pseudogracilibacillus*，Glaeser et al.，2014，gen. nov.）于 2014 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Pseudogracilibacillus auburnensis* Glaeser et al.，2014，sp. nov.（奥本假纤细芽胞杆菌）

37）嗜冷芽胞杆菌属（*Psychrobacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Psychrobacillus*。

嗜冷芽胞杆菌属（*Psychrobacillus*，Krishnamurthi et al.，2011，gen. nov.）于 2011 年建立。目前仅有 3 种，它们分别由 *Bacillus insolitus*、*Bacillus psychrodurans* 和 *Bacillus psychrotolerans* 重分类而转移过来，模式种为 *Psychrobacillus insolitus*（Larkin and Stokes 1967）Krishnamurthi et al.，2011，comb. nov.（奇特嗜冷芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Psychrobacillus insolitus*（Larkin and Stokes 1967）Krishnamurthi et al.，2011，comb. nov.（奇特嗜冷芽胞杆菌）

［2］*Psychrobacillus psychrodurans*（Abd El-Rahman et al.，2002）Krishnamurthi et al.，2011，comb. nov.（忍冷嗜冷芽胞杆菌）

［3］*Psychrobacillus psychrotolerans*（Abd El-Rahman et al.，2002）Krishnamurthi et al.，2011，comb. nov.（耐冷嗜冷芽胞杆菌）

38）盐渍芽胞杆菌属（*Salinibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Salinibacillus*。

盐渍芽胞杆菌属（*Salinibacillus*，Ren and Zhou 2005，gen. nov.）于 2005 年建立。目前只有 3 种，模式种为 *Salinibacillus aidingensis* Ren and Zhou 2005，sp. nov.（艾丁湖盐渍芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Salinibacillus aidingensis* Ren and Zhou 2005，sp. nov.（艾丁湖盐渍芽胞杆菌）

［2］*Salinibacillus kushneri* Ren and Zhou 2005，sp. nov.（库氏盐渍芽胞杆菌）

［3］*Salinibacillus xinjiangensis* Yang et al.，2014，sp. nov.（新疆盐渍芽胞杆菌）

39）居盐土地芽胞杆菌属（*Saliterribacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Saliterribacillus*。

居盐土地芽胞杆菌属（*Saliterribacillus*，Amoozegar et al.，2013，gen. nov.）于 2013 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Saliterribacillus persicus* Amoozegar et al.，2013，sp. nov.（波斯居盐土地芽胞杆菌）

40）栖盐水芽胞杆菌属（*Salsuginibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Salsuginibacillus*。

栖盐水芽胞杆菌属（*Salsuginibacillus*，Carrasco et al.，2007，gen. nov.）于 2007 年建立。目前仅有 2 种，模式种为 *Salsuginibacillus kocurii* Carrasco et al.，2007，sp. nov.（考氏栖盐水芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Salsuginibacillus halophilus* Cao et al.，2010，sp. nov.（嗜盐栖盐水芽胞杆菌）

［2］*Salsuginibacillus kocurii* Carrasco et al.，2007，sp. nov.（考氏栖盐水芽胞杆菌）

41）沉积物芽胞杆菌属（*Sediminibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Sediminibacillus*。

沉积物芽胞杆菌属（*Sediminibacillus*，Carrasco et al.，2008，gen. nov.）于 2008 年建立。目前仅有 2 种，模式种为 *Sediminibacillus halophilus* Carrasco et al.，2008，sp. nov.（嗜盐沉积物芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Sediminibacillus albus* Wang et al.，2009，sp. nov.（白色沉积物芽胞杆菌）

［2］*Sediminibacillus halophilus* Carrasco et al.，2008，sp. nov.（嗜盐沉积物芽胞杆菌）

42）中华芽胞杆菌属（*Sinibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Sinibacillus*。

中华芽胞杆菌属（*Sinibacillus*，Yang and Zhou 2014，gen. nov.）于 2014 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Sinibacillus soli* Yang and Zhou 2014，sp. nov.（土壤中华芽胞杆菌）

43）链喜盐芽胞杆菌属（*Streptohalobacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Streptohalobacillus*。

链喜盐芽胞杆菌属（*Streptohalobacillus*，Wang et al.，2011，gen. nov.）于 2011 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Streptohalobacillus salinus* Wang et al.，2011，sp. nov.（咸链喜盐芽胞杆菌）

44）细纤芽胞杆菌属（*Tenuibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Tenuibacillus*。

细纤芽胞杆菌属（*Tenuibacillus*，Ren and Zhou 2005，gen. nov.）于 2005 年建立。目前仅有 2 种，模式种为 *Tenuibacillus multivorans* Ren and Zhou 2005，sp. nov.（多食细纤芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Tenuibacillus halotolerans* Gao et al.，2013，sp. nov.（耐盐细纤芽胞杆菌）

［2］*Tenuibacillus multivorans* Ren and Zhou 2005，sp. nov.（多食细纤芽胞杆菌）

45）微温芽胞杆菌属（*Tepidibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Tepidibacillus*。

微温芽胞杆菌属（*Tepidibacillus*，Slobodkina et al.，2014，gen. nov.）于 2014 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Tepidibacillus fermentans* Slobodkina et al.，2014，sp. nov.（发酵微温芽胞杆菌）

46）土地芽胞杆菌属（*Terribacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Terribacillus*。

土地芽胞杆菌属（*Terribacillus*，An et al.，2007，gen. nov.）于 2007 年建立。目前有 4 种，其中 *Terribacillus goriensis* 由 *Pelagibacillus goriensis* 重分类而转移过来，同时，*Pelagibacillus* 被合并到该属。模式种为 *Terribacillus saccharophilus* An et al.，2007，sp. nov.（嗜糖土地芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Terribacillus aidingensis* Liu et al.，2010，sp. nov.（艾丁湖土地芽胞杆菌）

［2］*Terribacillus goriensis*（Kim et al.，2007）Krishnamurthi and Chakrabarti 2009，comb. nov.（戈里土地芽胞杆菌）

［3］*Terribacillus halophilus* An et al.，2007，sp. nov.（嗜盐土地芽胞杆菌）

［4］*Terribacillus saccharophilus* An et al.，2007，sp. nov.（嗜糖土地芽胞杆菌）

47）德斯科科芽胞杆菌属（*Texcoconibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Texcoconibacillus*。

德斯科科芽胞杆菌属（*Texcoconibacillus*，Ruiz-Romero et al.，2013，gen. nov.）于 2013 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Texcoconibacillus texcoconensis* Ruiz-Romero et al.，2013，sp. nov.（本地德斯科科芽胞杆菌）

48）深海芽胞杆菌属（*Thalassobacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Thalassobacillus*。

深海芽胞杆菌属（*Thalassobacillus*，García et al.，2005，gen. nov.）于 2005 年建立。目前有 4 种，模式种为 *Thalassobacillus devorans* García et al.，2005，sp. nov.（食有机物深海芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Thalassobacillus cyri* Sánchez-Porro et al.，2009，sp. nov.（赛勒斯王深海芽胞杆菌）

［2］*Thalassobacillus devorans* García et al.，2005，sp. nov.（食有机物深海芽胞杆菌）

［3］*Thalassobacillus hwangdonensis* Lee et al.，2010，sp. nov.（黄岛深海芽胞杆菌）

［4］*Thalassobacillus pellis* Sanchez-Porro et al.，2011，sp. nov.（兽皮深海芽胞杆菌）

49）高温长型芽胞杆菌属（*Thermolongibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Thermolongibacillus*。

高温长型芽胞杆菌属（*Thermolongibacillus*，Cihan et al.，2014，gen. nov.）于 2014 年建立。目前仅有 2 种，模式种为 *Thermolongibacillus altinsuensis* Cihan et al.，2014，sp. nov.（金水温泉高温长型芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Thermolongibacillus altinsuensis* Cihan et al.，2014，sp. nov.（金水温泉高温长型芽胞杆菌）

［2］*Thermolongibacillus kozakliensis* Cihan et al.，2014，sp. nov.（科扎克勒高温长型芽胞杆菌）

50）枝芽胞杆菌属（*Virgibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Virgibacillus*。

枝芽胞杆菌属（*Virgibacillus* Heyndrickx et al.，1998，gen. nov.）于 1998 年建立。目前有 27 种，其中 *Virgibacillus halodenitrificans* 和 *Virgibacillus pantothenticus* 分别由 *Bacillus halodenitrificans* 和 *Bacillus pantothenticus* 重分类而转移过来；*Virgibacillus marismortui* 和 *Virgibacillus salexigens* 分别由 *Salibacillus marismortui* 和 *Salibacillus salexigens* 重分类而转移过来。同时，*Salibacillus* 被合并到该属。模式种为 *Virgibacillus pantothenticus*（Proom and Knight 1950）Heyndrickx et al.，1998，comb. nov.（泛酸枝芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Virgibacillus alimentarius* Kim et al.，2011，sp. nov.（食物枝芽胞杆菌）

［2］*Virgibacillus arcticus* Niederberger et al.，2009，sp. nov.（北极圈枝芽胞杆菌）

［3］*Virgibacillus byunsanensis* Yoon et al.，2010，sp. nov.（边山枝芽胞杆菌）

［4］*Virgibacillus campisalis* Lee et al.，2012，sp. nov.（盐田枝芽胞杆菌）

［5］*Virgibacillus carmonensis* Heyrman et al.，2003，sp. nov.（卡莫纳枝芽胞杆菌）

［6］*Virgibacillus chiguensis* Wang et al.，2008，sp. nov.（废盐田枝芽胞杆菌）

［7］*Virgibacillus dokdonensis* Yoon et al.，2005，sp. nov.（独岛枝芽胞杆菌）

［8］*Virgibacillus halodenitrificans*（Denariaz et al.，1989）Yoon et al.，2004，comb. nov.（盐反硝化枝芽胞杆菌）

［9］*Virgibacillus halophilus* An et al.，2007，sp. nov.（嗜盐枝芽胞杆菌）

［10］*Virgibacillus halotolerans* Seiler and Wenning 2013，sp. nov.（耐盐枝芽胞杆菌）

［11］*Virgibacillus kekensis* Chen et al.，2008，sp. nov.（柯柯盐湖枝芽胞杆菌）

［12］*Virgibacillus litoralis* Chen et al.，2012，sp. nov.（海岸枝芽胞杆菌）

［13］*Virgibacillus marismortui*（Arahal et al.，1999）Heyrman et al.，2003，comb. nov.（死海枝芽胞杆菌）

［14］*Virgibacillus natechei* Amziane et al.，2013，sp. nov.（纳氏枝芽胞杆菌）

［15］*Virgibacillus necropolis* Heyrman et al.，2003，sp. nov.（墓地枝芽胞杆菌）

［16］*Virgibacillus olivae* Quesada et al.，2007，sp. nov.（橄榄油枝芽胞杆菌）

［17］*Virgibacillus pantothenticus*（Proom and Knight 1950）Heyndrickx et al.，1998，comb. nov.（泛酸枝芽胞杆菌）

［18］*Virgibacillus proomii* Heyndrickx et al.，1999，sp. nov.（普氏枝芽胞杆菌）

［19］*Virgibacillus salarius* Hua et al.，2008，sp. nov.（盐枝芽胞杆菌）

［20］*Virgibacillus salexigens*（Garabito et al.，1997）Heyrman et al.，2003，comb. nov.（需盐枝芽胞杆菌）

［21］*Virgibacillus salinus* Carrasco et al.，2009，sp. nov.（盐湖枝芽胞杆菌）

［22］*Virgibacillus sediminis* Chen et al.，2009，sp. nov.（沉积物枝芽胞杆菌）

［23］*Virgibacillus siamensis* Tanasupawat et al.，2011，sp. nov.（暹罗枝芽胞杆菌）

［24］*Virgibacillus soli* Kämpfer et al.，2011，sp. nov.（土壤枝芽胞杆菌）

［25］*Virgibacillus subterraneus* Wang et al.，2010，sp. nov.（地下枝芽胞杆菌）

［26］*Virgibacillus xinjiangensis* Jeon et al.，2010，sp. nov.（新疆枝芽胞杆菌）

［27］*Virgibacillus zhanjiangensis* Peng et al.，2009，sp. nov.（湛江枝芽胞杆菌）

51）火山芽胞杆菌属（*Vulcanibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Bacillaceae；*Vulcanibacillus*。

火山芽胞杆菌属（*Vulcanibacillus* L'Haridon et al.，2006，gen. nov.）于 2006 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Vulcanibacillus modesticaldus* L'Haridon et al.，2006，sp. nov.（中热度火山芽胞杆菌）

2. 脂环酸芽胞杆菌科（Alicyclobacillaceae）相关属分类地位变动

脂环酸芽胞杆菌科（Alicyclobacillaceae da Costa and Rainey 2010，fam. nov.）于 2010 年建立。模式属为脂环酸芽胞杆菌属（*Alicyclobacillus*）。本书列出了该科 4 属 32 个种的

拉丁文译名和中文译名。

52）脂环酸芽胞杆菌属（*Alicyclobacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Alicyclobacillaceae；*Alicyclobacillus*。

脂环酸芽胞杆菌属（*Alicyclobacillus* Wisotzkey et al.，1992，gen. nov.）于 1992 年建立。目前有 21 种。其中，*Alicyclobacillus acidocaldarius*、*Alicyclobacillus acidoterrestris* 和 *Alicyclobacillus cycloheptanicus* 分别由 *Bacillus acidocaldarius*、*Bacillus acidoterrestris* 和 *Bacillus cycloheptanicus* 重分类而转移过来；*Alicyclobacillus disulfidooxidans* 和 *Alicyclobacillus tolerans* 分别由 *Sulfobacillus disulfidooxidans* 和 *Sulfobacillus thermosulfidooxidans* subsp. *thermotolerans* strain K1 重分类而转移过来。模式种为 *Alicyclobacillus acidocaldarius*（Darland and Brock 1971）Wisotzkey et al.，1992，comb. nov.（酸热脂环酸芽胞杆菌），种名目录如下。

[1] *Alicyclobacillus acidiphilus* Matsubara et al.，2002，sp. nov.（嗜酸脂环酸芽胞杆菌）

[2] *Alicyclobacillus acidocaldarius*（Darland and Brock 1971）Wisotzkey et al.，1992，comb. nov.（酸热脂环酸芽胞杆菌）

[3] *Alicyclobacillus acidoterrestris*（Deinhard et al.，1988）Wisotzkey et al.，1992，comb. nov.（酸土脂环酸芽胞杆菌）

[4] *Alicyclobacillus aeris* Guo et al.，2009，sp. nov.（铜矿脂环酸芽胞杆菌）

[5] *Alicyclobacillus cellulosilyticus* Kusube et al.，2014，sp. nov.（解纤维素脂环酸芽胞杆菌）

[6] *Alicyclobacillus contaminans* Goto et al.，2007，sp. nov.（污染脂环酸芽胞杆菌）

[7] *Alicyclobacillus cycloheptanicus*（Deinhard et al.，1988）Wisotzkey et al.，1992，comb. nov.（环庚基脂环酸芽胞杆菌）

[8] *Alicyclobacillus disulfidooxidans*（Dufresne et al.，1996）Karavaiko et al.，2005，comb. nov.（氧化二硫醚脂环酸芽胞杆菌）

[9] *Alicyclobacillus fastidiosus* Goto et al.，2007，sp. nov.（苛求脂环酸芽胞杆菌）

[10] *Alicyclobacillus ferrooxydans* Jiang et al.，2008，sp. nov.（氧化铁脂环酸芽胞杆菌）

[11] *Alicyclobacillus herbarius* Goto et al.，2002，sp. nov.（草脂环酸芽胞杆菌）

[12] *Alicyclobacillus hesperidum* Albuquerque et al.，2000，sp. nov.（金星脂环酸芽胞杆菌）

[13] *Alicyclobacillus kakegawensis* Goto et al.，2007，sp. nov.（挂川脂环酸芽胞杆菌）

[14] *Alicyclobacillus macrosporangiidus* Goto et al.，2007，sp. nov.（大胞囊脂环酸芽胞杆菌）

[15] *Alicyclobacillus pomorum* Goto et al.，2003，sp. nov.（果实脂环酸芽胞杆菌）

[16] *Alicyclobacillus sacchari* Goto et al.，2007，sp. nov.（糖脂环酸芽胞杆菌）

[17] *Alicyclobacillus sendaiensis* Tsuruoka et al.，2003，sp. nov.（仙台脂环酸芽胞杆菌）

[18] *Alicyclobacillus shizuokensis* Goto et al.，2007，sp. nov.（静冈脂环酸芽胞杆菌）

[19] *Alicyclobacillus tengchongensis* Kim et al.，2014，sp. nov.（腾冲脂环酸芽胞杆菌）

[20] *Alicyclobacillus tolerans* Karavaiko et al.，2005，sp. nov.（耐受脂环酸芽胞杆菌）

［21］*Alicyclobacillus vulcanalis* Simbahan et al.，2004，sp. nov.（火神脂环酸芽胞杆菌）

53）多变芽胞杆菌属（*Effusibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Alicyclobacillaceae；*Effusibacillus*。

多变芽胞杆菌属（*Effusibacillus* Watanabe et al.，2014，gen. nov.）于 2014 年建立。目前仅有 3 种，其中，*Effusibacillus consociatus* 和 *Effusibacillus pohliae* 分别由 *Alicyclobacillus consociatus* 和 *Alicyclobacillus pohliae* 重分类而转移过来，模式种为 *Effusibacillus lacus* Glaeser et al.，2013，sp. nov.（湖多变芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Effusibacillus consociatus*（Glaeser et al.，2013）Watanabe et al.，2014，comb. nov.（血样多变芽胞杆菌）

［2］*Effusibacillus lacus* Glaeser et al.，2013，sp. nov.（湖多变芽胞杆菌）

［3］*Effusibacillus pohliae*（Imperio et al.，2008）Watanabe et al.，2014，comb. nov.（橘色藻多变芽胞杆菌）

54）硫化芽胞杆菌属（*Sulfobacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Alicyclobacillaceae；*Sulfobacillus*。

硫化芽胞杆菌属（*Sulfobacillus* Golovacheva and Karavaiko 1991，gen. nov.）于 1991 年建立。目前有 5 种，模式种为 *Sulfobacillus thermosulfidooxidans* Golovacheva and Karavaiko 1991，sp. nov.（嗜热硫氧化硫化芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Sulfobacillus acidophilus* Norris et al.，1996，sp. nov.（嗜酸硫化芽胞杆菌）

［2］*Sulfobacillus benefaciens* Johnson et al.，2009，sp. nov.（互惠硫化芽胞杆菌）

［3］*Sulfobacillus sibiricus* Melamud et al.，2006，sp. nov.（西伯利亚硫化芽胞杆菌）

［4］*Sulfobacillus thermosulfidooxidans* Golovacheva and Karavaiko 1991，sp. nov.（嗜热硫氧化硫化芽胞杆菌）

［5］*Sulfobacillus thermotolerans* Bogdanova et al.，2006，sp. nov.（耐热硫化芽胞杆菌）

55）膨胀芽胞杆菌属（*Tumebacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Alicyclobacillaceae；*Tumebacillus*。

膨胀芽胞杆菌属（*Tumebacillus* Steven et al.，2008，gen. nov.）于 2008 年建立。目前仅有 3 种，模式种为 *Tumebacillus permanentifrigoris* Steven et al.，2008，sp. nov.（霜冻膨胀芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Tumebacillus flagellatus* Wang et al.，2013，sp. nov.（鞭毛膨胀芽胞杆菌）

［2］*Tumebacillus ginsengisoli* Baek et al.，2011，sp. nov.（参土膨胀芽胞杆菌）

［3］*Tumebacillus permanentifrigoris* Steven et al.，2008，sp. nov.（霜冻膨胀芽胞杆菌）

3. 类芽胞杆菌科（Paenibacillaceae）相关属分类地位变动

类芽胞杆菌科（Paenibacillaceae De Vos et al.，2010，fam. nov.）于 2010 年建立。模式属为类芽胞杆菌属（*Paenibacillus*）。本书列出了该科 7 属 210 种的拉丁文译名和中文译名。

56）氨芽胞杆菌属（*Ammoniibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Paenibacillaceae；*Ammoniibacillus*。

氨芽胞杆菌属（*Ammoniibacillus* Sakai et al.，2014，gen. nov.）于 2014 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Ammoniibacillus agariperforans* Sakai et al.，2014，sp. nov.（穿琼脂氨芽胞杆菌）

57）类芽胞杆菌属（*Paenibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Paenibacillaceae；*Paenibacillus*。

类芽胞杆菌属（*Paenibacillus* Ash et al.，1994，gen. nov.）于 1994 年建立。是芽胞杆菌的第二大属，目前有 176 种。其中，有 27 种分别由 *Bacillus agar-exedens*、*Bacillus alginolyticus*、*Bacillus alvei*、*Bacillus amylolyticus*、*Bacillus apiarius*、*Bacillus azotofixans*、*Bacillus chitinolyticus*、*Bacillus chondroitinus*、*Bacillus curdlanolyticus*、*Bacillus edaphicus*、*Bacillus ehimensis*、*Bacillus glucanolyticus*、*Bacillus gordonae*、*Bacillus kobensis*、*Bacillus larvae*、*Bacillus lautus*、*Bacillus lentimorbus*、*Bacillus macerans*、*Bacillus macquariensis*、*Bacillus mucilaginosus*、*Bacillus pabuli*、*Bacillus peoriae*、*Bacillus polymyxa*、*Bacillus popilliae*、*Bacillus pulvifaciens*、*Bacillus thiaminolyticus* 和 *Bacillus validus* 重分类而转移过来；*Paenibacillus durus* 由 *Clostridium durum* 重分类而转移过来；*Paenibacillus azotofixans* 是 *Paenibacillus durus* 的同种异名，*Paenibacillus ginsengisoli* 是 *Paenibacillus anaericanus* 的同种异名，*Paenibacillus gordonae* 是 *Paenibacillus validus* 的同种异名，*Paenibacillus pulvifaciens* 是 *Paenibacillus larvae* 的同种异名。模式种为 *Paenibacillus polymyxa*（Prazmowski 1880）Ash et al.，1994，comb. nov.（多黏类芽胞杆菌），种名目录如下：

［1］*Paenibacillus abyssi* Huang et al.，2014，sp. nov.（深海类芽胞杆菌）

［2］*Paenibacillus aestuarii* Bae et al.，2010，sp. nov.（河口湿地类芽胞杆菌）

［3］*Paenibacillus agarexedens*（ex Wieringa 1941）Uetanabaro et al.，2003，nom. rev.，comb. nov.（吃琼脂类芽胞杆菌）

［4］*Paenibacillus agaridevorans* Uetanabaro et al.，2003，sp. nov.（食琼脂类芽胞杆菌）

［5］*Paenibacillus alginolyticus*（Nakamura 1987）Shida et al.，1997，comb. nov.（解藻酸类芽胞杆菌）

［6］*Paenibacillus algorifonticola* Tang et al.，2011，sp. nov.（冷泉类芽胞杆菌）

［7］*Paenibacillus alkaliterrae* Yoon et al.，2005，sp. nov.（强碱土类芽胞杆菌）

［8］*Paenibacillus alvei*（Cheshire and Cheyne 1885）Ash et al.，1994，comb. nov.（蜂房类芽胞杆菌）

［9］*Paenibacillus amylolyticus*（Nakamura 1984）Ash et al.，1994，comb. nov.（解淀粉类芽胞杆菌）

［10］*Paenibacillus anaericanus* Horn et al.，2005，sp. nov.（厌氧生类芽胞杆菌）

［11］*Paenibacillus antarcticus* Montes et al.，2004，sp. nov.（南极类芽胞杆菌）

［12］*Paenibacillus apiaries*（ex Katznelson 1955）Nakamura 1996，nom. rev.，comb. nov.（蜜蜂类芽胞杆菌）

［13］*Paenibacillus assamensis* Saha et al.，2005，sp. nov.（阿萨姆类芽胞杆菌）
［14］*Paenibacillus azoreducens* Meehan et al.，2001，sp. nov.（还原偶氮类芽胞杆菌）
［15］*Paenibacillus barcinonensis* Sánchez et al.，2005，sp. nov.（巴塞罗那类芽胞杆菌）
［16］*Paenibacillus barengoltzii* Osman et al.，2006，sp. nov.（巴伦氏类芽胞杆菌）
［17］*Paenibacillus beijingensis* Gao et al.，2012，sp. nov.（北京类芽胞杆菌）
［18］*Paenibacillus beijingensis* Wang et al.，2013，sp. nov.（北京类芽胞杆菌）
［19］*Paenibacillus borealis* Elo et al.，2001，sp. nov.（北风类芽胞杆菌）
［20］*Paenibacillus brasilensis* von der Weid et al.，2002，sp. nov.（巴西类芽胞杆菌）
［21］*Paenibacillus camelliae* Oh et al.，2010，sp. nov.（茶树类芽胞杆菌）
［22］*Paenibacillus campinasensis* Yoon et al.，1998，sp. nov.（坎皮纳斯类芽胞杆菌）
［23］*Paenibacillus castaneae* Valverde et al.，2008，sp. nov.（栗树类芽胞杆菌）
［24］*Paenibacillus catalpae* Zhang et al.，2013，sp. nov.（梓树类芽胞杆菌）
［25］*Paenibacillus cellulosilyticus* Rivas et al.，2006，sp. nov.（解纤维素类芽胞杆菌）
［26］*Paenibacillus cellulositrophicus* Akaracharanya et al.，2009，sp. nov.（趋纤维素类芽胞杆菌）
［27］*Paenibacillus chartarius* Kämpfer et al.，2012，sp. nov.（纸类芽胞杆菌）
［28］*Paenibacillus chibensis* Shida et al.，1997，sp. nov.（千叶类芽胞杆菌）
［29］*Paenibacillus chinjuensis* Yoon et al.，2002，sp. nov.（晋州类芽胞杆菌）
［30］*Paenibacillus chitinolyticus*（Kuroshima et al.，1996）Lee et al.，2004，comb. nov.（解几丁质类芽胞杆菌）
［31］*Paenibacillus chondroitinus*（Nakamura 1987）Shida et al.，1997，comb. nov.（软骨素类芽胞杆菌）
［32］*Paenibacillus chungangensis* Park et al.，2011，sp. nov.（中央类芽胞杆菌）
［33］*Paenibacillus cineris* Logan et al.，2004，sp. nov.（火山灰类芽胞杆菌）
［34］*Paenibacillus contaminans* Chou et al.，2009，sp. nov.（污染类芽胞杆菌）
［35］*Paenibacillus cookii* Logan et al.，2004，sp. nov.（库氏类芽胞杆菌）
［36］*Paenibacillus cucumis* Ahn et al.，2014，sp. nov.（黄瓜类芽胞杆菌）
［37］*Paenibacillus curdlanolyticus*（Kanzawa et al.，1995）Shida et al.，1997，comb. nov.（解凝乳类芽胞杆菌）
［38］*Paenibacillus daejeonensis* Lee et al.，2002，sp. nov.（大田类芽胞杆菌）
［39］*Paenibacillus darwinianus* Dsouza et al.，2014，sp. nov.（达尔文类芽胞杆菌）
［40］*Paenibacillus dendritiformis* Tcherpakov et al.，1999，sp. nov.（树形类芽胞杆菌）
［41］*Paenibacillus dongdonensis* Son et al.，2014，sp. nov.（东都类芽胞杆菌）
［42］*Paenibacillus donghaensis* Choi et al.，2008，sp. nov.（东海类芽胞杆菌）
［43］*Paenibacillus doosanensis* Kim et al.，2014，sp. nov.（斗山类芽胞杆菌）
［44］*Paenibacillus durus* corrig.（Smith and Cato 1974）Collins et al.，1994，comb. nov.（坚韧类芽胞杆菌）
［45］*Paenibacillus edaphicus*（Shelobolina et al.，1998）Hu et al.，2010，comb. nov.（陆地类芽胞杆菌）

［46］*Paenibacillus ehimensis*（Kuroshima et al.，1996）Lee et al.，2004，comb. nov.（爱媛类芽胞杆菌）

［47］*Paenibacillus elgii* Kim et al.，2004，sp. nov.（乐金类芽胞杆菌）

［48］*Paenibacillus endophyticus* Carro et al.，2013，sp. nov.（内生类芽胞杆菌）

［49］*Paenibacillus favisporus* Velázquez et al.，2004，sp. nov.（蜜梳状胞类芽胞杆菌）

［50］*Paenibacillus ferrarius* Cao et al.，2014，sp. nov.（铁矿类芽胞杆菌）

［51］*Paenibacillus filicis* Kim et al.，2010，sp. nov.（蕨类植物类芽胞杆菌）

［52］*Paenibacillus fonticola* Chou et al.，2007，sp. nov.（居喷泉类芽胞杆菌）

［53］*Paenibacillus forsythiae* Ma and Chen 2008，sp. nov.（连翘类芽胞杆菌）

［54］*Paenibacillus frigoriresistens* Ming et al.，2012，sp. nov.（抗冻类芽胞杆菌）

［55］*Paenibacillus gansuensis* Lim et al.，2006，sp. nov.（甘肃类芽胞杆菌）

［56］*Paenibacillus ginsengarvi* Yoon et al.，2007，sp. nov.（人参田类芽胞杆菌）

［57］*Paenibacillus ginsengihumi* Kim et al.，2008，sp. nov.（人参地类芽胞杆菌）

［58］*Paenibacillus glacialis* Kishore et al.，2010，sp. nov.（冰川类芽胞杆菌）

［59］*Paenibacillus glucanolyticus*（Alexander and Priest 1989）Shida et al.，1997，comb. nov.（解葡聚糖类芽胞杆菌）

［60］*Paenibacillus glycanilyticus* Dasman et al.，2002，sp. nov.（解杂多糖类芽胞杆菌）

［61］*Paenibacillus graminis* Berge et al.，2002，sp. nov.（草类芽胞杆菌）

［62］*Paenibacillus granivorans* van der Maarel et al.，2001，sp. nov.（嗜淀粉粒类芽胞杆菌）

［63］*Paenibacillus guangzhouensis* Li et al.，2014，sp. nov.（广州类芽胞杆菌）

［64］*Paenibacillus harenae* Jeon et al.，2009，sp. nov.（沙漠沙类芽胞杆菌）

［65］*Paenibacillus hodogayensis* Takeda et al.，2005，sp. nov.（保土谷类芽胞杆菌）

［66］*Paenibacillus hongkongensis* Teng et al.，2003，sp. nov.（香港类芽胞杆菌）

［67］*Paenibacillus hordei* Kim et al.，2013，sp. nov.（大麦类芽胞杆菌）

［68］*Paenibacillus humi* Kim and Lee 2014，sp. nov.（土壤类芽胞杆菌）

［69］*Paenibacillus humicus* Vaz-Moreira et al.，2007，sp. nov.（腐殖质类芽胞杆菌）

［70］*Paenibacillus hunanensis* Liu et al.，2010，sp. nov.（湖南类芽胞杆菌）

［71］*Paenibacillus illinoisensis* Shida et al.，1997，sp. nov.（伊利诺伊类芽胞杆菌）

［72］*Paenibacillus jamilae* Aguilera et al.，2001，sp. nov.（杰米拉类芽胞杆菌）

［73］*Paenibacillus jilunlii* Jin et al.，2011，sp. nov.（李季伦类芽胞杆菌）

［74］*Paenibacillus kobensis*（Kanzawa et al.，1995）Shida et al.，1997，comb. nov.（神户类芽胞杆菌）

［75］*Paenibacillus koleovorans* Takeda et al.，2002，sp. nov.（食叶鞘类芽胞杆菌）

［76］*Paenibacillus konsidensis* Ko et al.，2008，sp. nov.（传病网类芽胞杆菌）

［77］*Paenibacillus koreensis* Chung et al.，2000，sp. nov.（韩国类芽胞杆菌）

［78］*Paenibacillus kribbensis* Yoon et al.，2003，sp. nov.（韩研所类芽胞杆菌）

［79］*Paenibacillus lactis* Scheldeman et al.，2004，sp. nov.（牛奶类芽胞杆菌）

［80］*Paenibacillus larvae*（White 1906）Ash et al.，1994，comb. nov.（幼虫类芽胞杆菌）

［81］*Paenibacillus lautus*（Nakamura 1984）Heyndrickx et al.，1996，comb. nov.（灿烂类芽胞杆菌）

［82］*Paenibacillus lemnae* Kittiwongwattana and Thawai 2014，sp. nov.（稀脉萍类芽胞杆菌）

［83］*Paenibacillus lentimorbus*（Dutky 1940）Pettersson et al.，1999，comb. nov.（慢病类芽胞杆菌）

［84］*Paenibacillus lentus* Li et al.，2014，sp. nov.（缓慢类芽胞杆菌）

［85］*Paenibacillus lupini* Carro et al.，2014，sp. nov.（白羽扇豆类芽胞杆菌）

［86］*Paenibacillus macerans*（Schardinger 1905）Ash et al.，1994，comb. nov.（浸麻类芽胞杆菌）

［87］*Paenibacillus macquariensis*（Marshall and Ohye 1966）Ash et al.，1994，comb. nov.（马阔里类芽胞杆菌）

［88］*Paenibacillus marinisediminis* Lee et al.，2014，sp. nov.（海洋沉积物类芽胞杆菌）

［89］*Paenibacillus marinum* Bouraoui et al.，2013，sp. nov.（海洋类芽胞杆菌）

［90］*Paenibacillus massiliensis* Roux and Raoult 2004，sp. nov.（马赛类芽胞杆菌）

［91］*Paenibacillus mendelii* Smerda et al.，2005，sp. nov.（孟德尔类芽胞杆菌）

［92］*Paenibacillus montaniterrae* Khianngam et al.，2009，sp. nov.（山土类芽胞杆菌）

［93］*Paenibacillus motobuensis* Iida et al.，2005，sp. nov.（本部类芽胞杆菌）

［94］*Paenibacillus mucilaginosus*（Avakyan et al.，1998）Hu et al.，2010，comb. nov.（胶质类芽胞杆菌）

［95］*Paenibacillus nanensis* Khianngam et al.，2009，sp. nov.（难府类芽胞杆菌）

［96］*Paenibacillus naphthalenovorans* Daane et al.，2002，sp. nov.（食萘类芽胞杆菌）

［97］*Paenibacillus nematophilus* Enright et al.，2003，sp. nov.（食线虫类芽胞杆菌）

［98］*Paenibacillus nicotianae* Li et al.，2013，sp. nov.（烟草类芽胞杆菌）

［99］*Paenibacillus oceanisediminis* Lee et al.，2013，sp. nov.（海床类芽胞杆菌）

［100］*Paenibacillus odorifer* Berge et al.，2002，sp. nov.（载味类芽胞杆菌）

［101］*Paenibacillus pabuli*（Nakamura 1984）Ash et al.，1994，comb. nov.（饲料类芽胞杆菌）

［102］*Paenibacillus panacisoli* Ten et al.，2006，sp. nov.（参田土类芽胞杆菌）

［103］*Paenibacillus pasadenensis* Osman et al.，2006，sp. nov.（帕萨迪娜类芽胞杆菌）

［104］*Paenibacillus pectinilyticus* Park et al.，2009，sp. nov.（解果胶类芽胞杆菌）

［105］*Paenibacillus peoriae*（Montefusco et al.，1993）Heyndrickx et al.，1996，comb. nov.（皮尔瑞俄类芽胞杆菌）

［106］*Paenibacillus phoenicis* Bernardini et al.，2011，sp. nov.（凤凰城类芽胞杆菌）

［107］*Paenibacillus phyllosphaerae* Rivas et al.，2005，sp. nov.（叶际类芽胞杆菌）

［108］*Paenibacillus pini* Kim et al.，2011，sp. nov.（松树类芽胞杆菌）

［109］*Paenibacillus pinihumi* Kim et al.，2010，sp. nov.（赤松土类芽胞杆菌）

［110］*Paenibacillus pinesoli* Moon and Kim 2014，sp. nov.（针叶林土类芽胞杆菌）

［111］*Paenibacillus pocheonensis* Baek et al.，2010，sp. nov.（抱川类芽胞杆菌）

［112］*Paenibacillus polymyxa*（Prazmowski 1880）Ash et al.，1994，comb. nov.（多黏类芽胞杆菌）

［113］*Paenibacillus popilliae*（Dutky 1940）Pettersson et al.，1999，comb. nov.（丽金龟子类芽胞杆菌）

［114］*Paenibacillus profundus* Romanenko et al.，2013，sp. nov.（深度类芽胞杆菌）

［115］*Paenibacillus prosopidis* Valverde et al.，2010，sp. nov.（牧豆树类芽胞杆菌）

［116］*Paenibacillus provencensis* Roux et al.，2008，sp. nov.（普罗旺斯类芽胞杆菌）

［117］*Paenibacillus pueri* Kim et al.，2009，sp. nov.（普洱茶类芽胞杆菌）

［118］*Paenibacillus puldeungensis* Traiwan et al.，2011，sp. nov.（草洲类芽胞杆菌）

［119］*Paenibacillus purispatii* Behrendt et al.，2011，sp. nov.（洁净间类芽胞杆菌）

［120］*Paenibacillus quercus* Wang et al.，2014，sp. nov.（麻栎类芽胞杆菌）

［121］*Paenibacillus relictisesami* Shimoyama et al.，2014，sp. nov.（芝麻粕类芽胞杆菌）

［122］*Paenibacillus residui* Vaz-Moreira et al.，2010，sp. nov.（残渣类芽胞杆菌）

［123］*Paenibacillus rhizosphaerae* Rivas et al.，2005，sp. nov.（根际类芽胞杆菌）

［124］*Paenibacillus rigui* Baik et al.，2011，sp. nov.（湿地类芽胞杆菌）

［125］*Paenibacillus riograndensis* Beneduzi et al.，2010，sp. nov.（里奥格兰德类芽胞杆菌）

［126］*Paenibacillus sabinae* Ma et al.，2007，sp. nov.（圆柏类芽胞杆菌）

［127］*Paenibacillus sacheonensis* Moon et al.，2011，sp. nov.（泗川类芽胞杆菌）

［128］*Paenibacillus sanguinis* Roux and Raoult 2004，sp. nov.（血液类芽胞杆菌）

［129］*Paenibacillus sediminis* Wang et al.，2012，sp. nov.（沉积物类芽胞杆菌）

［130］*Paenibacillus selenii* Xiang et al.，2014，sp. nov.（硒类芽胞杆菌）

［131］*Paenibacillus selenitireducens* Yao et al.，2014，sp. nov.（硒还原类芽胞杆菌）

［132］*Paenibacillus septentrionalis* Khianngam et al.，2009，sp. nov.（北方难府类芽胞杆菌）

［133］*Paenibacillus sepulcri* Smerda et al.，2006，sp. nov.（坟墓类芽胞杆菌）

［134］*Paenibacillus shenyangensis* Jiang et al.，2014，sp. nov.（沈阳类芽胞杆菌）

［135］*Paenibacillus shirakamiensis* Tonouchi et al.，2014，sp. nov.（白神山类芽胞杆菌）

［136］*Paenibacillus siamensis* Khianngam et al.，2009，sp. nov.（暹罗类芽胞杆菌）

［137］*Paenibacillus soli* Park et al.，2007，sp. nov.（土壤类芽胞杆菌）

［138］*Paenibacillus sonchi* Hong et al.，2009，sp. nov.（苦苣菜类芽胞杆菌）

［139］*Paenibacillus sophorae* Jin et al.，2011，sp. nov.（槐树类芽胞杆菌）

［140］*Paenibacillus sputi* Kim et al.，2010，sp. nov.（痰类芽胞杆菌）

［141］*Paenibacillus stellifer* Suominen et al.，2003，sp. nov.（星胞类芽胞杆菌）

［142］*Paenibacillus susongensis* Guo et al.，2014，sp. nov.（宿松县类芽胞杆菌）

［143］*Paenibacillus swuensis* Lee et al.，2014，sp. nov.（女院类芽胞杆菌）

［144］*Paenibacillus taichungensis* Lee et al.，2008，sp. nov.（台中类芽胞杆菌）

［145］*Paenibacillus taihuensis* Wu et al.，2013，sp. nov.（太湖类芽胞杆菌）

［146］*Paenibacillus taiwanensis* Lee et al.，2007，sp. nov.（台湾类芽胞杆菌）

［147］*Paenibacillus taohuashanense* Xie et al.，2012，sp. nov.（桃花山类芽胞杆菌）

［148］*Paenibacillus tarimensis* Wang et al.，2008，sp. nov.（塔里木类芽胞杆菌）

［149］*Paenibacillus telluris* Lee et al.，2012，sp. nov.（土类芽胞杆菌）

［150］*Paenibacillus terrae* Yoon et al.，2003，sp. nov.（大地类芽胞杆菌）

［151］*Paenibacillus terrigena* Xie and Yokota 2007，sp. nov.（土地类芽胞杆菌）

［152］*Paenibacillus tezpurensis* Rai et al.，2010，sp. nov.（提兹普尔类芽胞杆菌）

［153］*Paenibacillus thailandensis* Khianngam et al.，2009，sp. nov.（泰国类芽胞杆菌）

［154］*Paenibacillus thermoaerophilus* Ueda et al.，2013，sp. nov.（好氧嗜热类芽胞杆菌）

［155］*Paenibacillus thermophilus* Zhou et al.，2013，sp. nov.（嗜热类芽胞杆菌）

［156］*Paenibacillus thiaminolyticus*（Nakamura 1990）Shida et al.，1997，comb. nov.（解硫胺素类芽胞杆菌）

［157］*Paenibacillus tianmuensis* Wu et al.，2011，sp. nov.（天目类芽胞杆菌）

［158］*Paenibacillus timonensis* Roux and Raoult 2004，sp. nov.（提蒙类芽胞杆菌）

［159］*Paenibacillus tundrae* Nelson et al.，2009，sp. nov.（苔原类芽胞杆菌）

［160］*Paenibacillus turicensis* Bosshard et al.，2002，sp. nov.（苏黎世类芽胞杆菌）

［161］*Paenibacillus tylopili* Kuisiene et al.，2008，sp. nov.（牛肝菌类芽胞杆菌）

［162］*Paenibacillus typhae* Kong et al.，2013，sp. nov.（蒲草类芽胞杆菌）

［163］*Paenibacillus uliginis* Behrendt et al.，2011，sp. nov.（潮湿类芽胞杆菌）

［164］*Paenibacillus urinalis* Roux et al.，2008，sp. nov.（泌尿类芽胞杆菌）

［165］*Paenibacillus validus*（Nakamura 1984）Ash et al.，1994，comb. nov.（强壮类芽胞杆菌）

［166］*Paenibacillus vulneris* Glaeser et al.，2013，sp. nov.（伤口类芽胞杆菌）

［167］*Paenibacillus wooponensis* Baik et al.，2011，sp. nov.（牛浦类芽胞杆菌）

［168］*Paenibacillus woosongensis* Lee and Yoon 2008，sp. nov.（又松类芽胞杆菌）

［169］*Paenibacillus wynnii* Rodríguez-Díaz et al.，2005，sp. nov.（韦恩氏类芽胞杆菌）

［170］*Paenibacillus xinjiangensis* Lim et al.，2006，sp. nov.（新疆类芽胞杆菌）

［171］*Paenibacillus xylanexedens* Nelson et al.，2009，sp. nov.（食木聚糖类芽胞杆菌）

［172］*Paenibacillus xylaniclasticus* Tachaapaikoon et al.，2012，sp. nov.（裂解木聚糖类芽胞杆菌）

［173］*Paenibacillus xylanilyticus* Rivas et al.，2005，sp. nov.（解木聚糖类芽胞杆菌）

［174］*Paenibacillus xylanisolvens* Khianngam et al.，2011，sp. nov.（溶木聚糖类芽胞杆菌）

［175］*Paenibacillus yonginensis* Sukweenadhi et al.，2014，sp. nov.（龙仁类芽胞杆菌）

［176］*Paenibacillus zanthoxyli* Ma et al.，2007，sp. nov.（野花椒类芽胞杆菌）

58）解硫胺素芽胞杆菌属（*Aneurinibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Paenibacillaceae；*Aneurinibacillus*。

解硫胺素芽胞杆菌属（*Aneurinibacillus* Shida et al.，1996，gen. nov.）于 1996 年建立。目前有 6 种，其中，*Aneurinibacillus aneurinilyticus*、*Aneurinibacillus migulanus* 和 *Aneurinibacillus thermoaerophilus* 分别由 *Bacillus aneurinilyticus*、*Bacillus migulanus* 和

Bacillus thermoaerophilus 重分类而转移过来，模式种为 *Aneurinibacillus aneurinilyticus* corrig（Shida et al.，1994）Shida et al.，1996，comb. nov.（解硫胺素解硫胺素芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Aneurinibacillus aneurinilyticus* corrig（Shida et al.，1994）Shida et al.，1996，comb. nov.（解硫胺素解硫胺素芽胞杆菌）

［2］*Aneurinibacillus danicus* Goto et al.，2004，sp. nov.（丹麦解硫胺素芽胞杆菌）

［3］*Aneurinibacillus migulanus*（Takagi et al.，1993）Shida et al.，1996，comb. nov.（米氏解硫胺素芽胞杆菌）

［4］*Aneurinibacillus soli* Lee et al.，2014，sp. nov.（土壤解硫胺素芽胞杆菌）

［5］*Aneurinibacillus terranovensis* Allan et al.，2005，sp. nov.（新地站解硫胺素芽胞杆菌）

［6］*Aneurinibacillus thermoaerophilus*（Meier-Stauffer et al.，1996）Heyndrickx et al.，1997，comb. nov.（嗜热嗜气解硫胺素芽胞杆菌）

59）短芽胞杆菌属（*Brevibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Paenibacillaceae；*Brevibacillus*。

短芽胞杆菌属（*Brevibacillus* Shida et al.，1996，gen. nov.）于 1996 年建立。目前有 20 种，其中有 10 种分别由 *Bacillus agri*、*Bacillus borstelensis*、*Bacillus brevis*、*Bacillus centrosporus*、*Bacillus choshinensis*、*Bacillus formosus*、*Bacillus laterosporus*、*Bacillus parabrevis*、*Bacillus reuszeri* 和 *Bacillus thermoruber* 重分类而转移过来，模式种为 *Brevibacillus brevis*（Migula 1900）Shida et al.，1996，comb. nov.（短短芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Brevibacillus agri*（Nakamura 1993）Shida et al.，1996，comb. nov.（土壤短芽胞杆菌）

［2］*Brevibacillus aydinogluensis* Inan et al.，2012，sp. nov.（阿迪怒格鲁短芽胞杆菌）

［3］*Brevibacillus borstelensis*（Shida et al.，1995）Shida et al.，1996，comb. nov.（波茨坦短芽胞杆菌）

［4］*Brevibacillus brevis*（Migula 1900）Shida et al.，1996，comb. nov.（短短芽胞杆菌）

［5］*Brevibacillus centrosporus*（Nakamura 1993）Shida et al.，1996，comb. nov.（中胞短芽胞杆菌）

［6］*Brevibacillus choshinensis*（Takagi et al.，1993）Shida et al.，1996，comb. nov.（千叶短芽胞杆菌）

［7］*Brevibacillus fluminis* Choi et al.，2010，sp. nov.（流水短芽胞杆菌）

［8］*Brevibacillus formosus*（Shida et al.，1995）Shida et al.，1996，comb. nov.（美丽短芽胞杆菌）

［9］*Brevibacillus fulvus* Hatayama et al.，2014，sp. nov.（黄褐短芽胞杆菌）

［10］*Brevibacillus ginsengisoli* Baek et al.，2006，sp. nov.（人参土短芽胞杆菌）

［11］*Brevibacillus invocatus* Logan et al.，2002，sp. nov.（发酵污染短芽胞杆菌）

［12］*Brevibacillus laterosporus*（Laubach 1916）Shida et al.，1996，comb. nov.（侧胞短芽胞杆菌）

［13］*Brevibacillus levickii* Allan et al.，2005，sp. nov.（利氏短芽胞杆菌）

［14］*Brevibacillus limnophilus* Goto et al.，2004，sp. nov.（居湖短芽胞杆菌）

［15］*Brevibacillus massiliensis* Hugon et al.，2013，sp. nov.（马赛短芽胞杆菌）

［16］*Brevibacillus nitrificans* Takebe et al.，2012，sp. nov.（硝化短芽胞杆菌）

［17］*Brevibacillus panacihumi* Kim et al.，2009，sp. nov.（人参土壤短芽胞杆菌）

［18］*Brevibacillus parabrevis*（Takagi et al.，1993）Shida et al.，1996，comb. nov.（副短短芽胞杆菌）

［19］*Brevibacillus reuszeri*（Shida et al.，1995）Shida et al.，1996，comb. nov.（茹氏短芽胞杆菌）

［20］*Brevibacillus thermoruber*（Manachini et al.，1985）Shida et al.，1996，comb. nov.（热红短芽胞杆菌）

60）溪苔芽胞杆菌属（*Fontibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Paenibacillaceae；*Fontibacillus*。

溪苔芽胞杆菌属（*Fontibacillus* Saha et al.，2010，gen. nov.）于 2010 年建立。目前仅有 3 种，模式种为 *Fontibacillus aquaticus* Saha et al.，2010，sp. nov.（水域溪苔芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Fontibacillus aquaticus* Saha et al.，2010，sp. nov.（水域溪苔芽胞杆菌）

［2］*Fontibacillus panacisegetis* Lee et al.，2011，sp. nov.（参土溪苔芽胞杆菌）

［3］*Fontibacillus phaseoli* Flores-Felix et al.，2014，sp. nov.（菜豆溪苔芽胞杆菌）

61）糖芽胞杆菌属（*Saccharibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Paenibacillaceae；*Saccharibacillus*。

糖芽胞杆菌属（*Saccharibacillus* Rivas et al.，2008，gen. nov.）于 2008 年建立。目前仅有 2 种，模式种为 *Saccharibacillus sacchari* Rivas et al.，2008，sp. nov.（甘蔗糖芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Saccharibacillus kuerlensis* Yang et al.，2009，sp. nov.（库尔勒糖芽胞杆菌）

［2］*Saccharibacillus sacchari* Rivas et al.，2008，sp. nov.（甘蔗糖芽胞杆菌）

62）热芽胞杆菌属（*Thermobacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Paenibacillaceae；*Thermobacillus*。

热芽胞杆菌属（*Thermobacillus* Touzel et al.，2000，gen. nov.）于 2000 年建立。目前仅有 2 种，模式种为 *Thermobacillus xylanilyticus* Touzel et al.，2000，sp. nov.（解木聚糖热芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Thermobacillus composti* Watanabe et al.，2007，sp. nov.（堆肥热芽胞杆菌）

［2］*Thermobacillus xylanilyticus* Touzel et al.，2000，sp. nov.（解木聚糖热芽胞杆菌）

4. 动球菌科（Planococcaceae）相关属分类地位变动

动球菌科（Planococcaceae Krasil'nikov 1949，familia.）于 1949 年建立。模式属为球菌属（*Planococcus*）Migula 1894。本书列出了该科 5 属 19 种的拉丁文学名和中文译名。

63）咸海鲜芽胞杆菌属（*Jeotgalibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；*Planococcaceae*；*Jeotgalibacillus*。

咸海鲜芽胞杆菌属（*Jeotgalibacillus* Yoon et al.，2001，gen. nov.）于 2001 年建立。目前有 6 种。其中，*Jeotgalibacillus campisalis* 和 *Jeotgalibacillus marinus* 分别由 *Marinibacillus campisalis* 和 *Marinibacillus marinus*（由 *Bacillus marinus* 转移过来）重分类而转移过来，同时，*Marinibacillus* 被合并到该属。模式种为 *Jeotgalibacillus alimentarius* Yoon et al.，2001，sp. nov.（食物咸海鲜芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Jeotgalibacillus alimentarius* Yoon et al.，2001，sp. nov.（食物咸海鲜芽胞杆菌）

［2］*Jeotgalibacillus campisalis*（Yoon et al.，2004）Yoon et al.，2010，sp. nov.（盐地咸海鲜芽胞杆菌）

［3］*Jeotgalibacillus marinus*（Rüger and Richter 1979）Yoon et al.，2010，sp. nov.（海洋咸海鲜芽胞杆菌）

［4］*Jeotgalibacillus salarius* Yoon et al.，2010，sp. nov.（盐咸海鲜芽胞杆菌）

［5］*Jeotgalibacillus soli* Chen et al.，2010，sp. nov.（土壤咸海鲜芽胞杆菌）

［6］*Jeotgalibacillus soli* Cunha et al.，2012，sp. nov.（土壤咸海鲜芽胞杆菌）

64）鲁梅尔芽胞杆菌属（*Rummeliibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；*Planococcaceae*；*Rummeliibacillus*。

鲁梅尔芽胞杆菌属（*Rummeliibacillus* Vaishampayan et al.，2009，gen. nov.）于 2009 年建立。目前仅有 3 种，其中，*Rummeliibacillus pycnus* 由 *Bacillus pycnus* 重分类而转移过来，模式种为 *Rummeliibacillus stabekisii* Vaishampayan et al.，2009，sp. nov.（司徒鲁梅尔芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Rummeliibacillus pycnus*（Nakamura et al.，2002）Vaishampayan et al.，2009，comb. nov.（厚胞鲁梅尔芽胞杆菌）

［2］*Rummeliibacillus stabekisii* Vaishampayan et al.，2009，sp. nov.（司氏鲁梅尔芽胞杆菌）

［3］*Rummeliibacillus suwonensis* Her and Kim 2013，sp. nov.（水原鲁梅尔芽胞杆菌）

65）土壤芽胞杆菌属（*Solibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；*Planococcaceae*；*Solibacillus*。

土壤芽胞杆菌属（*Solibacillus* Krishnamurthi et al.，2009，gen. nov.）于 2009 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，由 *Bacillus silvestris* 重分类而转移过来，种名目录如下。

［1］*Solibacillus silvestris*（Rheims et al.，1999）Krishnamurthi et al.，2009，comb. nov.（森林土壤芽胞杆菌）

66）尿素芽胞杆菌属（*Ureibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；*Planococcaceae*；*Ureibacillus*。

尿素芽胞杆菌属（*Ureibacillus* Fortina et al.，2001，gen. nov.）于 2001 年建立。目前有 6 种，模式种为 *Ureibacillus thermosphaericus*（Andersson et al.，1996）Fortina et al.，2001，comb. nov.（热球状尿素芽胞杆菌），由 *Bacillus thermosphaericus* 重分类而转移过

来，种名目录如下。

［1］*Ureibacillus composti* Weon et al.，2007，sp. nov.（堆肥尿素芽胞杆菌）

［2］*Ureibacillus defluvii* Zhou et al.，2014，sp. nov.（污泥尿素芽胞杆菌）

［3］*Ureibacillus suwonensis* Kim et al.，2006，sp. nov.（水原尿素芽胞杆菌）

［4］*Ureibacillus terrenus* Fortina et al.，2001，sp. nov.（领地尿素芽胞杆菌）

［5］*Ureibacillus thermophilus* Weon et al.，2007，sp. nov.（嗜热尿素芽胞杆菌）

［6］*Ureibacillus thermosphaericus*（Andersson et al.，1996）Fortina et al.，2001，comb. nov.（热球状尿素芽胞杆菌）

67）绿芽胞杆菌属（*Viridibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；*Planococcaceae*；*Viridibacillus*。

绿芽胞杆菌属（*Viridibacillus* Albert et al.，2007，gen. nov.）于 2007 年建立。目前仅有 3 种，它们分别由 *Bacillus arenosi*、*Bacillus arvi* 和 *Bacillus neidei* 重分类而转移过来，模式种为 *Viridibacillus arvi*（Heyrman et al.，2005）Albert et al.，2007，comb. nov.（田野绿芽胞杆菌），种名目录如下。

［1］*Viridibacillus arenosi*（Heyrman et al.，2005）Albert et al.，2007，comb. nov.（沙地绿芽胞杆菌）

［2］*Viridibacillus arvi*（Heyrman et al.，2005）Albert et al.，2007，comb. nov.（田野绿芽胞杆菌）

［3］*Viridibacillus neidei*（Nakamura et al.，2002）Albert et al.，2007，comb. nov.（奈台氏绿芽胞杆菌）

5. 芽胞乳杆菌科（Sporolactobacillaceae）相关属分类地位变动

芽胞乳杆菌科（Sporolactobacillaceae Ludwig et al.，2010，fam. nov.）于 2010 年建立。模式属为芽胞乳芽胞杆菌属（*Sporolactobacillus*）。本书列出了该科 4 属 12 种的拉丁文学名和中文译名。

68）芽胞乳杆菌属（*Sporolactobacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；*Sporolactobacillaceae*；*Sporolactobacillus*。

芽胞乳杆菌属（*Sporolactobacillus* Kitahara and Suzuki 1963，genus.）于 1963 年建立。目前有 8 种，其中，*Sporolactobacillus inulinus* 由 *Lactobacillus*（subgen. *Sporolactobacillus*）*inulinus* 重分类而转移过来；*Sporolactobacillus laevolacticus* 由 *Bacillus laevolacticus* 重分类而转移过来。模式种为 *Sporolactobacillus inulinus*（Kitahara and Suzuki 1963）Kitahara and Lai 1967（Approved Lists 1980），species.（菊糖芽胞乳杆菌），种名目录如下。

［1］*Sporolactobacillus inulinus*（Kitahara and Suzuki 1963）Kitahara and Lai 1967（Approved Lists 1980），species.（菊糖芽胞乳杆菌）

［2］*Sporolactobacillus kofuensis* Yanagida et al.，1997，sp. nov.（甲府芽胞乳杆菌）

［3］*Sporolactobacillus lactosus* Yanagida et al.，1997，sp. nov.（乳糖芽胞乳杆菌）

［4］*Sporolactobacillus laevolacticus*（Andersch et al.，1994）Hatayama et al.，2006，

comb. nov.（乳酸芽胞乳杆菌）

［5］*Sporolactobacillus nakayamae* Yanagida et al.，1997，sp. nov.（中山氏芽胞乳杆菌）

［6］*Sporolactobacillus putidus* Fujita et al.，2010，sp. nov.（恶臭芽胞乳杆菌）

［7］*Sporolactobacillus terrae* Yanagida et al.，1997，sp. nov.（土地芽胞乳杆菌）

［8］*Sporolactobacillus vineae* Chang et al.，2008，sp. nov.（葡萄园芽胞乳杆菌）

69）解支链淀粉芽胞杆菌属（*Pullulanibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；*Sporolactobacillaceae*；*Pullulanibacillus*。

解支链淀粉芽胞杆菌属（*Pullulanibacillus* Hatayama et al.，2006，gen. nov.）于 2006 年建立。目前仅有 2 种，模式种为 *Pullulanibacillus naganoensis*（Tomimura et al.，1990）Hatayama et al.，2006，comb. nov.（长野解支链淀粉芽胞杆菌），由 *Bacillus naganoensis* 重分类而转移过来，种名目录如下。

［1］*Pullulanibacillus naganoensis*（Tomimura et al.，1990）Hatayama et al.，2006，comb. nov.（长野解支链淀粉芽胞杆菌）

［2］*Pullulanibacillus uraniitolerans* Pereira et al.，2013，sp. nov.（耐铀解支链淀粉芽胞杆菌）

70）火山渣芽胞杆菌属（*Scopulibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Sporolactobacillaceae；*Scopulibacillus*。

火山渣芽胞杆菌属（*Scopulibacillus* Lee and Lee 2006，gen. nov.）于 2006 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Scopulibacillus darangshiensis* Lee and Lee 2006，gen. sp. nov.（月朗峰火山渣芽胞杆菌）

71）肿块芽胞杆菌属（*Tuberibacillus*）种组成及分类地位变动

世系：Bacteria；Firmicutes；Bacilli；Bacillales；Sporolactobacillaceae；*Tuberibacillus*。

肿块芽胞杆菌属（*Tuberibacillus* Hatayama et al.，2006，gen. nov.）于 2006 年建立。目前仅有 1 种，也是该属模式种，种名目录如下。

［1］*Tuberibacillus calidus* Hatayama et al.，2006，sp. nov.（热生肿块芽胞杆菌）

第四章　芽胞杆菌分类学特性

第一节　芽胞杆菌表型分类学特性

一、芽胞杆菌经典分类学方法

1. 芽胞杆菌的分布

芽胞杆菌已成为分布最广泛的细菌类群。芽胞杆菌产生的芽胞具有能抗酸、抗碱、抵抗外界不良环境的特性，能产生毒素，对病原菌有拮抗作用，能抑制病原菌的生长。

2. 芽胞杆菌表型研究

国内外对芽胞杆菌的研究越来越多，希望能开发出新的菌剂代替化学农药，减少环境污染。实验主要从形态学和生理生化特性方面对芽胞杆菌种类特性进行分析。经典分类是根据微生物分类学信息，应用计算数学原理和技术辅助定义微生物分类单位的方法。

3. 芽胞杆菌表型分析

主要通过观察和计算细菌的形态特征及活体细胞的生理生化特征等表型特征，得出同源性矩阵而确定任何一对菌株之间的同源性程度。通过聚类分析所得出的树状图，可以揭示同一表观群内菌株表型的一致性。

二、芽胞杆菌表型形态观察实例

1. 供试菌株

供试菌株：50 株芽胞杆菌标准菌株来自德国 DSMZ。供试 NA 培养基：肉浸膏 3 g，蛋白胨 10 g，NaCl 5 g，琼脂 18 g；pH 7.2。实验方法：菌株在 NA 培养基上培养 2 d 左右，观察各菌株在平板上的菌落形态，包括颜色、形状、大小、质地、边缘等。检测结果见表 4-1。

2. 生理生化特性测定实例

试验方法是参照东秀珠等编的《常见细菌系统鉴定手册》。

（1）柠檬酸盐利用培养基为 NaCl 1 g，$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.2 g，$(NH_4)_2H_2PO_4$ 0.5 g，柠檬酸钠 2 g，0.04%酚红液 20 ml，蒸馏水 1000 ml；pH 7.0 分装试管，121℃高压灭菌 15 min。斜面上划线接种，适温培养 3～7 d，培养基为碱性（指示剂蓝色或桃红色）者为阳性，否则为阴性。

表 4-1 芽胞杆菌的菌落形态描述

菌种编号	芽胞杆菌英文名称	芽胞杆菌中文名称	菌落形态描述
FJAT-8753	*Brevibacillus brevis*	短短芽胞杆菌	圆、黄色、扁平、表面光滑、湿润、边缘整齐
FJAT-8754	*Bacillus amyloliquefaciens*	解淀粉芽胞杆菌	圆、白色、凸起、表面光滑、湿润、边缘整齐
FJAT-8755	*Bacillus atrophaeus*	深褐芽胞杆菌	圆、浅黄色、干燥、无光泽、凹陷、边缘不整齐
FJAT-8756	*Bacillus azotoformans*	产氮芽胞杆菌	圆、黄色、扁平、表面光滑、湿润、边缘整齐
FJAT-8757	*Bacillus badius*	栗褐芽胞杆菌	灰色、扁平、表面光滑、干燥、边缘不规则
FJAT-8758	*Bacillus benzoevorans*	食苯芽胞杆菌	圆、白色、凸起、表面光滑、边缘整齐
FJAT-8759	*Bacillus centrosporus*	中胞芽胞杆菌	圆、灰色、扁平、表面光滑、干燥边缘不规则
FJAT-8760	*Bacillus cereus*	蜡样芽胞杆菌	圆、白色、扁平、湿润、有光泽、边缘不整齐
FJAT-8761	*Bacillus circulans*	环状芽胞杆菌	圆、浅黄色、扁平、干燥、边缘整齐
FJAT-8762	*Bacillus clausii*	克劳氏芽胞杆菌	圆、扁平、湿润、边缘整齐
FJAT-8763	*Bacillus coagnlan*	凝结芽胞杆菌	圆、黄色、中间凸起、湿润、边缘不规则
FJAT-8764	*Bacillus firmus*	坚强芽胞杆菌	圆、白色、中间凸起、湿润、边缘整齐
FJAT-8765	*Bacillus flexus*	弯曲芽胞杆菌	圆、黄色、扁平、干燥、边缘不规则
FJAT-8766	*Bacillus fusiformis*	纺锤形芽胞杆菌	圆、黄色、扁平、表面光滑、湿润、边缘整齐
FJAT-8767	*Bacillus insolitus*	异常芽胞杆菌	白色、绒毛状、干燥
FJAT-8768	*Bacillus kaustophilus*	嗜酷热芽胞杆菌	黄色、凸起、干燥、光滑、边缘整齐
FJAT-8769	*Bacillus laevolacticus*	左旋乳酸芽胞杆菌	圆、黄色、扁平、表面光滑、干燥、边缘整齐
FJAT-8770	*Bacillus lentus*	缓慢芽胞杆菌	圆、浅黄色、扁平、表面光滑、干燥、边缘不规则
FJAT-8771	*Bacillus licheniformis*	地衣芽胞杆菌	圆、白色、凸起、有光泽、边缘不规则
FJAT-8772	*Bacillus marinus*	海洋芽胞杆菌	圆、黄色、扁平、干燥、边缘整齐
FJAT-8773	*Bacillus massilienis*	马赛芽胞杆菌	圆、浅黄色、扁平、表面光滑、干燥、边缘整齐
FJAT-8774	*Bacillus megaterium*	巨大芽胞杆菌	圆、白色、中间凸起、湿润、边缘不规则
FJAT-8775	*Bacillus mycoides*	蕈状芽胞杆菌	白色、扁平、干燥、边缘丝状
FJAT-8776	*Bacillus pasteurii*	巴斯德氏芽胞杆菌	圆、白色、干燥、扁平、边缘不规则
FJAT-8777	*Bacillus psychrophilus*	嗜冷芽胞杆菌	圆、浅黄色、扁平、表面光滑、干燥、边缘不齐
FJAT-8778	*Bacillus psychrosaccharolyticus*	冷解糖芽胞杆菌	白色、凸起、表面光滑、湿润、边缘整齐
FJAT-8779	*Bacillus pumilus*	短小芽胞杆菌	黄色、扁平、表面光滑、干燥、边缘不规则
FJAT-8780	*Bacillus schlegelii*	施氏芽胞杆菌	圆、浅黄色、扁平、表面光滑、干燥、边缘不规则
FJAT-8781	*Bacillus simplex*	简单芽胞杆菌	圆、乳白色、扁平、干燥、边缘绒毛状
FJAT-8782	*Bacillus smithii*	史氏芽胞杆菌	圆、白色、凸起、表面光滑湿润、边缘整齐
FJAT-8783	*Bacillus sphaericus*	球形芽胞杆菌	圆、浅黄色、凸起、光滑、有光泽、边缘整齐
FJAT-8784	*Bacillus subtilis*	枯草芽胞杆菌	圆、白色、凸起、光滑、有光泽、透明、边缘整齐
FJAT-8785	*Bacillus thermoglucosidasius*	热葡糖苷酶芽胞杆菌	圆、黄色、表面光滑、干燥、边缘整齐
FJAT-8786	*Bacillus thiaminolyticus*	解硫胺素芽胞杆菌	圆、浅黄色、扁平、干燥、边缘绒毛状
FJAT-8787	*Bacillus thuringiensis*	苏云金芽胞杆菌	白色、扁平、湿润、有光泽、边缘不整齐
FJAT-8788	*Bacillus velezensis*	贝莱斯芽胞杆菌	乳白色、扁平、干燥、边缘不规则
FJAT-8789	*Bacillus xerothermodurans*	黄热芽胞杆菌	圆、黄色、扁平、表面光滑、边缘绒毛状
FJAT-8790	*Brevibacillus agri*	土壤短芽胞杆菌	圆、浅黄色、扁平、表面光滑、边缘绒毛状
FJAT-10001	*Paenibacillus alginolyticus*	解藻酸类芽胞杆菌	圆、白色、扁平、表面光滑、干燥、边缘整齐
FJAT-10002	*Paenibacillus alvei*	蜂房类芽胞杆菌	圆、白色、扁平、表面光滑、湿润、边缘整齐
FJAT-10003	*Paenibacillus amylolyticus*	解淀粉类芽胞杆菌	圆、浅黄色、扁平、表面光滑、边缘不整齐
FJAT-10004	*Aneurinibacillus aneurinilyticus*	解硫胺素解硫胺素芽胞杆菌	圆、黄色、扁平、表面光滑、干燥、边缘整齐
FJAT-10005	*Bacillus mojavensis*	莫哈韦芽胞杆菌	灰色、扁平、表面光滑、干燥、边缘不规则
FJAT-10006	*Brevibacillus borstelensis*	波茨坦短芽胞杆菌	圆、黄色、表面光滑、湿润、边缘不规则
FJAT-10007	*Paenibacillus chondroitinus*	软骨酸类芽胞杆菌	圆、白色、表面光滑、湿润、边缘整齐
FJAT-10008	*Brevibacillus choshinensis*	干叶短芽胞杆菌	圆、白色、表面光滑、干燥、边缘不规则
FJAT-10009	*Paenibacillus curdlanolyticus*	解凝乳类芽胞杆菌	浅黄色、扁平、光滑、半透明、边缘不规则
FJAT-10010	*Bacillus endophyticus*	芽胞杆菌	红色、扁平、表面光滑、干燥、边缘不规则
FJAT-10011	*Brevibacillus formosus*	美丽短芽胞杆菌	圆、白色、表面光滑、干燥、边缘绒毛状
FJAT-10012	*Bacillus funiculus*	绳索状芽胞杆菌	圆、白色、凸起、光滑、有光泽、边缘整齐

（2）过氧化氢酶活性测定：将 24 h 培养的菌种，以铂丝接种环取一小环涂抹于已滴有 5%过氧化氢的玻片上，如有气泡产生为阳性，否则为阴性。

（3）氧化酶活性测定：在干净培养皿里放一张滤纸，滴上 1%四甲基对苯撑二胺溶液，刮取菌苔涂抹在滤纸上，菌苔 10 s 变蓝为阳性，10～60 s 变蓝为延迟反应，60 s 后为阴性反应。

（4）蔗糖发酵培养基为$(NH_4)_2HPO_4$ 1.0 g，KCl 0.2 g，$MgSO_4$ 0.2 g，酵母膏 0.2 g，琼脂 5.0～6.0 g，蔗糖 10.0 g，蒸馏水 1000 ml，溴甲酚紫（0.04%）15 ml；pH 7.0～7.2，分装试管，培养基高度为 4～5 cm，121℃灭菌 20 min。以幼龄菌穿刺接种于上述培养基，适温培养，1 d、3 d、5 d 后观察，如指示剂变黄，表示产酸，为阳性；不变或变蓝则为阴性。

（5）葡萄糖氧化发酵培养基为蛋白胨 2 g，NaCl 5 g，K_2HPO_4 0.2 g，葡萄糖 10.0 g，琼脂 6.0 g，溴百里酚蓝 1%水溶液 3 ml；蒸馏水 1000 ml；pH 7.0～7.2，121℃蒸汽灭菌 20 min。以 18～24 h 幼龄菌种做种子，穿刺接种，每株 4 支。其中两支用灭菌的凡士林石蜡油（熔化的 2/3 凡士林中加入 1/3 液体石蜡，高压灭菌）封盖，为 0.5～1.0 cm 厚，以隔绝空气为闭管。另两支不封油为开管，同时还要有不接种的闭管和开管作对照。适温培养 1 d、2 d、7d、14 d 观察结果。只有开管产酸变黄者为氧化型；开管和闭管均产酸变黄者为发酵型。

（6）淀粉水解 NA 培养基为牛肉浸膏 3 g，蛋白胨 10 g，NaCl 5 g，蒸馏水 1000 ml；pH 7.2，0.2%可溶性淀粉，取新鲜培养物点种于含 0.2%可溶性淀粉的肉汁胨平板，适温培养。培养 2～5 d 观察形成明显菌落后，在平板上滴加碘液，平板呈蓝黑色，菌落周围如有不变色的透明圈，表示淀粉水解阳性，仍是蓝黑色为阴性。

（7）MR 反应培养基为蛋白胨 5 g，葡萄糖 5 g，NaCl 5 g，水 1000 ml；pH 7.0～7.2，121℃灭菌 20 min；试剂为甲基红（甲基红 0.1 g，95%乙醇 300 ml，蒸馏水 200 ml）。接种实验菌于上述培养液中，每次 3 个重复，置适温培养 2 d、6 d 观察结果。在培养液中加入一滴甲基红试剂，红色为甲基红阳性反应，黄色为阴性反应（因甲基红变色区域是 4.4 红至 6.0 黄）。

（8）V-P 反应培养基为蛋白胨 5 g，葡萄糖 5 g，NaCl 5 g，水 1000 ml；pH 7.0～7.2，121℃灭菌 20 min；试剂为 0.3%肌酸或原粉，NaOH 40%。接种实验菌于上述培养液中，每次 3 个重复，置适温培养 2 d、6 d 观察结果。取培养液和 40%氢氧化钠等量相混。加少许肌酸，10 min 如培养液出现红色，为阳性反应，有时需要放置更长时间才出现红色反应。

（9）硝酸还原反应培养基为肉汁胨培养基牛肉浸膏 3 g，蛋白胨 10 g，NaCl 5 g，蒸馏水 1000 ml；KNO_3 1 g，pH 7.0～7.6，121℃蒸汽灭菌 15 min。A 液：对氨基苯磺酸 0.5 g，稀乙酸（10%）150 ml。B 液：α-萘胺 0.1 g，蒸馏水 20 ml，稀乙酸（10%）150 ml。二苯胺试剂：二苯胺 0.5 g 溶于 100 ml 浓硫酸中，用 20 ml 蒸馏水稀释。将测定菌接种于硝酸盐液体培养基中，置适温培养 1 d、3 d、5 d，每株菌作 2 个重复，另留两管不接种作对照。取两支干净的空试管或在比色瓷盘小窝中倒入少许培养 1 d、3 d、5 d 的培养液，再各加一滴 A 液和 B 液，在对照管中加入同样 A 液及 B 液一滴；当培养液中滴入 A、B 液后，溶液如变粉红色、玫瑰红色、橙色、棕色等表示亚硝酸盐存在，为硝酸盐还原阳性。如无红色出现，则可加一二滴二苯胺试剂，此时如呈蓝色反应，则表示培养液中仍

有硝酸盐，且无亚硝酸盐反应，表示无硝酸盐还原作用；如不呈蓝色反应，表示硝酸盐和形成的亚硝酸盐都已还原成其他物质，故仍按硝酸盐还原阳性处理。

（10）吲哚反应培养基为 1%胰胨水溶液；pH 7.2～7.6，分装试管，121℃灭菌 20 min。试剂为对二甲基氨基苯甲醛 8 g，乙醇 760 ml，浓 HCl 160 ml。把新鲜的菌种接种于上述培养基中，适温培养。培养 1 d、2 d、4 d、7 d 后观察，沿管壁缓缓加入 3～5 mm 高的试剂于培养液表面，在液层界面发生红色，为阳性反应。若颜色不明显，可加入 4 或 5 滴乙醚至培养液，摇动，使乙醚分散于液体中，将培养液静置片刻，待乙醚浮于液面后再加入吲哚试剂。

（11）明胶液化培养基为蛋白胨 5 g，明胶 100 g，水 1000 ml；pH 7.2～7.4，分装试管，121℃灭菌 15 min。取 24 h 的培养菌穿刺接种，并有两支空白对照。于 30℃培养箱中培养 2 d、7 d、10 d、14 d、30 d，放在冰箱中降温观察明胶是否液化。

（12）精氨酸双水解酶培养基为蛋白胨 1 g，酚红 0.01 g，NaCl 5 g，L-精氨酸盐 10 g，K_2HPO_4 0.3 g，蒸馏水 1000 ml，琼脂 6 g；pH 7.0～7.2，分装试管，121℃灭菌 15 min。

（13）用幼龄菌株种菌穿刺接种，并用灭菌石蜡油封管，室温培养 3 d、7 d、14 d 观察。培养基转为红色者为阳性，应有不含精氨酸作空白对照。

（14）脲酶培养基为蛋白胨 1 g，葡萄糖 1 g，NaCl 5g，KH_2PO_4 2 g，酚红 6 ml，琼脂 20 g，蒸馏水 1000 ml，接种后室温培养，分别于 2 h、4 h 过夜观察。阴性结果要培养观察 4 d，培养基呈红色为阳性，颜色不变者为阴性。

（15）硫化氢试验培养基为牛肉膏 7.5 g，蛋白胨 10 g，NaCl 5 g，琼脂 15 g，半胱氨酸 0.5g，蒸馏水 1000 ml；pH 7.0～7.2，分装试管，121℃灭菌 15 min。

三、芽胞杆菌生理生化特性的聚类分析

1. 生理生化特征数量化

反应状态分为阳性和阴性，阳性性状（+）编码为 1，阴性性状（–）编码为 0。这些特征不考虑分类意义，再现性不好的在矩阵中不随意删除。菌株编码按先后顺序随机排列，在实验中随时除去污染、非芽胞、死亡的菌株，但尽可能做到多样性分类，也包含同种菌株。本实验测定 14 个分类性状，用 NTsys-2 软件进行数值聚类分析。50 株芽胞杆菌生理生化特性测定结果见表 4-2～表 4-4，阳性性状（+）编码为 1，阴性性状（–）编码为 0。

2. 芽胞杆菌生化特性聚类分析

采用 NTsys-2 软件进行数值分类的树状图见图 4-1，从图 4-1 中可见所有的芽胞杆菌在 65%的水平下分为四大聚类。

第一群 5 株菌。芽胞杆菌菌株分别为短短芽胞杆菌（*Brevibacillus brevis*）FJAT-8753、产氮芽胞杆菌（*Bacillus azotoformans*）FJAT-8756、栗褐芽胞杆菌（*Bacillus badius*）FJAT-8757、中胞芽胞杆菌（*Bacillus centrosporus*）FJAT-8759、凝结芽胞杆菌（*Bacillus coagnlan*）FJAT-8763。主要生化特性：淀粉水解、吲哚反应、硫化氢反应、精氨酸双水解反应、MR 反应、V-P 反应、明胶液化反应等呈阴性。

表 4-2　芽胞杆菌 FJAT-8753～FJAT-8764 的生化特征

特征＼编号	8753	8754	8755	8756	8757	8758	8759	8760	8761	8762	8763	8764
过氧化氢酶反应	–	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+
氧化酶反应	+	+	–	+	+	–	+	+	–	+	–	+
淀粉水解反应	–	+	+	–	–	+	–	+	+	+	–	+
硝酸还原反应	–	+	+	+	–	+	–	+	–	+	–	+
吲哚反应	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
柠檬酸反应	+	–	+	–	–	+	–	–	–	–	–	+
硫化氢反应	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–
精氨酸双水解反应	–	+	+	–	–	+	–	+	+	–	–	+
蔗糖发酵反应	–	+	+	–	–	+	–	+	+	–	–	+
葡萄糖发酵反应	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
MR 反应	+	–	+	–	–	+	–	+	+	+	+	+
V-P 反应	–	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–	+
脲酶反应	–	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–	+
明胶液化反应	–	+	+	–	–	+	–	+	–	+	–	+

表 4-3　芽胞杆菌 FJAT-8765～FJAT-8777 的生化特征

特征＼编号	8765	8766	8767	8768	8769	8770	8771	8772	8773	8774	8775	8776	8777
过气化氢酶反应	–	+	+	+	+	+	–	+	+	+	+	+	–
氧化酶反应	+	+	–	+	+	–	+	+	–	+	–	+	–
淀粉水解反应	+	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+	+	–
硝酸还原反应	–	+	+	+	–	+	–	+	–	+	–	+	+
吲哚反应	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
柠檬酸反应	+	–	+	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–
明胶液化反应	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	+
精氨酸双水解反应	+	+	–	+	+	–	+	+	+	–	–	+	+
蔗糖发酵反应	–	–	–	–	+	+	+	+	–	+	+	+	–
葡萄糖发酵反应	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MR 反应	–	–	+	+	–	+	+	–	–	–	+	+	–
V-P 反应	–	–	+	–	–	–	+	–	–	+	+	–	–
硫化氢反应	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
脲酶反应	–	+	+	+	+	+	–	+	+	–	–	+	–

表 4-4　芽胞杆菌 FJAT-8778～FJAT-8790 的生化特征

特征＼编号	8778	8779	8780	8781	8782	8783	8784	8785	8786	8787	8788	8789	8790
过氧化氢酶反应	+	+	–	+	+	–	+	+	+	+	+	+	–
氧化酶反应	–	–	–	–	–	+	–	+	+	–	+	–	+
淀粉水解反应	–	–	+	+	–	–	+	–	–	–	+	–	+
硝酸还原反应	+	–	–	+	–	+	+	+	+	+	–	–	–
吲哚反应	–	–	–	–	–	–	–	–	+		–		–
柠檬酸反应	–	+	–	+	–	–	+	+	+	–	–	–	+
明胶液化反应	–	+	+	–	–	–	+	–	+	–	+	+	+
精氨酸双水解反应	+	–	+	–	+	–	+	+	–	+	+	–	+
蔗糖发酵反应	+	–	–	–	+	+	+	+	–	+	+	+	–
葡萄糖发酵反应	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MR 反应	–	–	+	+	–	+	+	–	–	–	+	+	–
V-P 反应	+	–	+	–	–	–	+	–	–	+	+	–	–
硫化氢反应	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
脲酶反应	+	+	+	+	+	+	–	+	+	–	–	+	–

第二群 5 株菌。芽胞杆菌菌株分别为弯曲芽胞杆菌（*Bacillus flexus*）FJAT-8765、嗜冷芽胞杆菌（*Bacillus psychrophilus*）FJAT-8777、土壤短芽胞杆菌（*Brevibacillus agri*）FJAT-8790、短小芽胞杆菌（*Bacillus pumilus*）FJAT-8779、解硫胺素芽胞杆菌（*Bacillus thiaminolyticus*）FJAT-8786。主要生化特性：精氨酸双水解反应阳性；接触酶反应、蔗糖发酵反应、葡萄糖发酵反应、MR 反应、V-P 反应、脲酶反应、硫化氢反应、淀粉水解为阴性。

第三群 4 株菌。芽胞杆菌菌株分别为解淀粉芽胞杆菌（*Bacillus amyloliquefaciens*）FJAT-8754、深褐芽胞杆菌（*Bacillus atrophaeus*）FJAT-8755、食苯芽胞杆菌（*Bacillus benzoevorans*）FJAT-8758、坚强芽胞杆菌（*Bacillus firmus*）FJAT-8764。主要生化特性：过氧化氢酶反应、淀粉水解反应、硝酸还原反应、精氨酸双水解反应、葡萄糖发酵反应、蔗糖发酵反应、MR 反应、V-P 反应呈阳性；吲哚反应、硫化氢反应呈阴性。

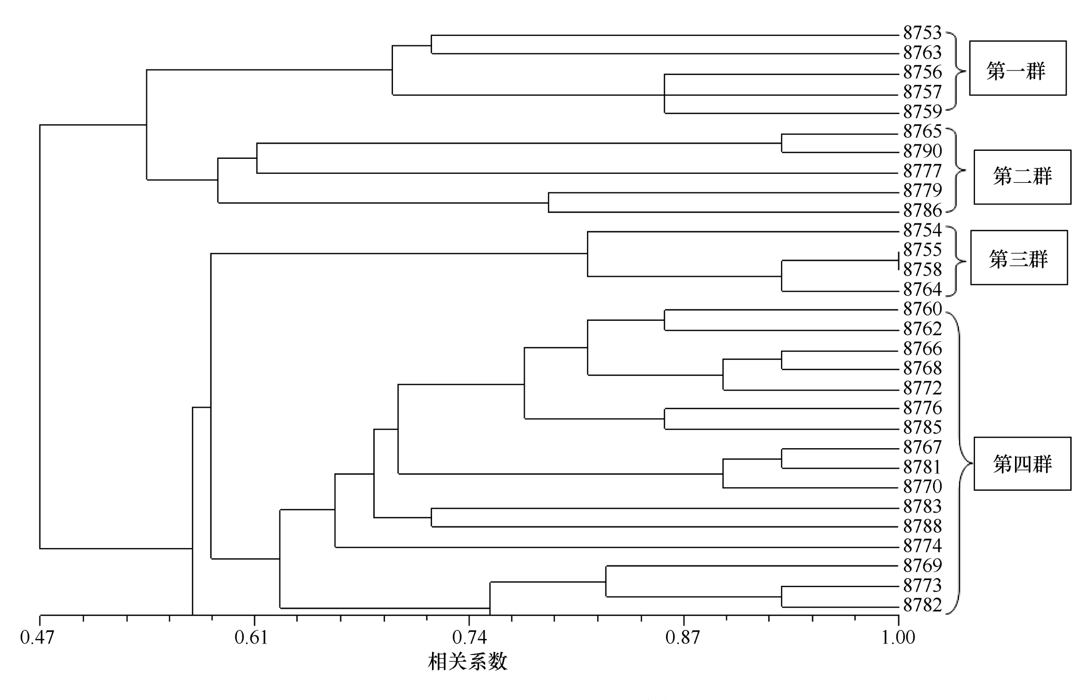


图 4-1　芽胞杆菌的经典分类树状图

第四群 16 株菌。芽胞杆菌菌株分别为蜡样芽胞杆菌（*Bacillus cereus*）FJAT-8760、克劳氏芽胞杆菌（*Bacillus clausii*）FJAT-8762、纺锤形芽胞杆菌（*Bacillus fusiformis*）FJAT-8766、嗜酷热芽胞杆菌（*Bacillus kaustophilus*）FJAT-8768、海洋芽胞杆菌（*Bacillus marinus*）FJAT-8772、巨大芽胞杆菌（*Bacillus megaterium*）FJAT-8774、巴斯德氏芽胞杆菌（*Bacillus pasteurii*）FJAT-8776、热葡糖苷酶芽胞杆菌（*Bacillus thermoglucosidasius*）FJAT-8785、异常芽胞杆菌（*Bacillus insolitus*）FJAT-8767、简单芽胞杆菌（*Bacillus simplex*）FJAT-8781、缓慢芽胞杆菌（*Bacillus lentus*）FJAT-8770、球形芽胞杆菌（*Bacillus sphaericus*）FJAT-8783、贝莱斯芽胞杆菌（*Bacillus velezensis*）FJAT-8788、左乳酸芽胞杆菌（*Bacillus laevolacticus*）FJAT-8769、马赛芽胞杆菌（*Bacillus massilienis*）FJAT-8773、史氏芽胞杆菌（*Bacillus smithii*）FJAT-8782。主要生化特性：过氧化氢酶反应、氧化酶反应、淀粉

水解反应、葡萄糖发酵反应、硝酸还原反应、MR 反应、明胶液化反应呈阳性；吲哚反应、柠檬酸反应、硫化氢反应、V-P 反应、脲酶反应呈阴性；精氨酸双水解反应、脲酶反应呈阳性；吲哚反应、蔗糖发酵反应呈阴性。

四、讨论

1. 芽胞杆菌表型多态性

经典分类是根据微生物分类学的信息通过计算分析大量的特征计算出相似值来考察菌株间的相互关系。在经典分类中，单一的特征是没有分类意义的，因而它能更客观地描述菌株间的分类，且一旦分类关系确定后就可以从中挑选出特征性的指标用于菌株的鉴定。经典分类法作为一种根据生物表型特征同源性的分类方法，其聚类结构所表示的是一种表型关系，并不能直接反映生物的系统发育关系；此外，在获取经典分类性状时，很大程度上取决于观察者的主观判断，这会影响到分析结果；最重要的是，依据表型特征进行的经典分类能够体现出细菌的形态多样性，可描述的细菌的表型性状越多，描述的信息越丰富，得到的聚类结果就越可靠。

2. 芽胞杆菌表型与遗传分析相关性

对芽胞杆菌生化反应特性研究表明，依据芽胞杆菌的 14 种生化特性作为经典分类性状，大多数芽胞杆菌过氧化氢酶反应、氧化酶反应、葡萄糖发酵反应、淀粉水解反应等呈阳性，吲哚反应、柠檬酸反应、葡萄糖发酵反应、柠檬酸反应、硫化氢反应等呈阴性。其中蜡样芽胞杆菌（*Bacillus cereus*）、巨大芽胞杆菌（*Bacillus megaterium*）与枯草芽胞杆菌（*B. subtilis*）生化特性相近，表观群关系较近，黄继翔等（2006）应用 X-Cluster 软件，对分离纯化得到的 3000 株芽胞杆菌进行经典分类，结果显示 *B. cereus* 和 *B. subtilis* 表观群关系较近，而与 *B. fusiformis* 表现群相距较远，这个结果与 16S rRNA 序列揭示的系统发育关系相符合。

3. 芽胞杆菌表型分析是其分类学的重要部分

尽管目前大多数情况下都是利用 DNA 水平进行种的分类，但数值分类也有助于在种属水平上划清芽胞杆菌的关系，通常认为数值分类和 DNA 同源分类所得到的结果是一致的。随着科技的发展，新型数值分类软件的开发应用对芽胞杆菌分类的精确性将发挥越来越重要的作用，为形成聚类及生物的数值分类提供新的思路和方法。

第二节　芽胞杆菌分子分类学特性

一、芽胞杆菌的分子分类

1. 生命最早的标尺 RNA

20 世纪 60 年代末，出现核酸（RNA）先出现的学说，早在 20 世纪 60 年代，克里

克（Crick）、奥吉尔（Orgel）、伍斯（Woose）分别在研究早期的遗传系统时，基于 RNA 在将基因的碱基序列翻译成为蛋白质的氨基酸序列时具有多方面的重要作用，曾指出 RNA 可能出现在 DNA 之前。进入 80 年代后，奥吉尔等在无蛋白质参与的情况下，成功地合成出寡聚核苷酸，有力地支持了 RNA 出现最早的说法。

2. 基于 RNA 系统发育

Woose 开始采用寡核苷酸编目法对生物进行分类，认为 16S rRNA 及其类似的 16S rRNA 基因序列可以作为生物系统发育的指标。其主要依据是：它们为细胞所共有，其功能同源且最古老，既含有保守序列又含有可变序列，分子大小适合操作，它的序列变化与进化距离相适应。根据 16S rRNA 绘制的生命进化树，Woose 将地球上所有的生物划分为三个域，即古菌、细菌和真核生物。1996 年詹氏甲烷球菌全基因序列分析结果说明，甲烷球菌不同于任何已知细菌，表明古菌是一个独立的域。16S rRNA 序列分析作为微生物分类系统的主要依据也得到了广泛的认同。利用 16S rRNA 序列鉴定未知菌株，已成为微生物分类的主要手段之一。

3. 16S rRNA 用于芽胞杆菌系统发育研究

目前 16S rRNA 序列分析技术主要用于自然界微生物多样性的揭示，微生物生态学的研究，与工业、农业和环保相关的微生物种类研究，医学微生物的分子诊断等。马凯等运用 16S rRNA 序列分析了中国工业微生物菌种保藏管理中心（CICC）保存的 30 株地衣芽胞杆菌的系统发育地位，研究表明 16S rRNA 基因 5′端 500 bp 可以很好地代表全基因序列进行系统发育研究，可用于区分地衣芽胞杆菌、枯草芽胞杆菌及蜡样芽胞杆菌分支。

二、芽胞杆菌分子分类学研究方法

1. 芽胞杆菌菌株来源

从瑞典和德国菌种保藏中心引进了 49 种芽胞杆菌标准菌株，学名见表 4-5。

2. 芽胞杆菌 16S rRNA 系统发育树的构建

从 RDP 数据库上获得的具有高频变动区和完整的标准菌株 16S rRNA 基因序列，基于在 16S rRNA 基因序列上相似度高于 97%序列的鉴定菌种的方法，利用多序列比对软件 ClustalW 进行 Alignment 的比对分析，并将数据整合为 PHYLIP 的格式。在 MEGA4.0 软件中选用紧邻法（Neighbour joining，NJ）绘制出进化树。

芽胞杆菌菌株的 16S rRNA 基因序列从 Ribosomal Database Project 和 GenBank 数据库下载，获得高质量的芽胞杆菌模式菌株 16S rRNA 序列。其登录号如下：*Bacillus amyloliquefaciens* AY055225，*Bacillus atrophaeus* X60607，*Bacillus azotoformans* AB363732，*Bacillus badius* X77790，*Bacillus benzoevorans* D78311，*Bacillus centrosporus* D78458，*Bacillus cereus* AE016877，*Bacillus circulans* AY043084，*Bacillus clausii* X76440，*Bacillus coagnlan* AB271752，*Bacillus firmus* D16268，*Bacillus flexus* AB021185，*Bacillus fusiformis* AJ310083，*Bacillus insolitus* AM980508，*Bacillus kaustophilus* X60618，*Bacillus*

表 4-5　芽胞杆菌的编号及采集信息

序号	芽胞杆菌学名	菌种原编号
1	*Bacillus amyloliquefaciens*	CCUG 28519
2	*Bacillus atrophaeus*	CCUG 28524
3	*Bacillus azotoformans*	CCUG 28517
4	*Bacillus badius*	CCUG 7412
5	*Bacillus benzoevorans*	CCUG 47198
6	*Bacillus centrosporus*	CCUG 31347
7	*Bacillus cereus*	CCUG 7414
8	*Bacillus circulans*	CCUG 7416
9	*Bacillus clausii*	CCUG 47262
10	*Bacillus coagnlan*	CCUG 7417
11	*Bacillus firmus*	CCUG 7418
12	*Bacillus flexus*	CCUG 28525
13	*Bacillus fusiformis*	CCUG 28888
14	*Bacillus insolitus*	CCUG 7420
15	*Bacillus kaustophilus*	CCUG 28890
16	*Bacillus laevolacticus*	CCUG 33623
17	*Bacillus lentus*	CCUG 1816
18	*Bacillus licheniformis*	CUGG 7422
19	*Bacillus marinus*	CCUG 28884
20	*Bacillus massilienis*	CCUG 49529
21	*Bacillus megaterium*	CCUG 1817
22	*Bacillus mycoides*	CCUG 26678
23	*Bacillus pasteurii*	CCUG 7425
24	*Bacillus psychrophilus*	CCUG 7421
25	*Bacillus psychrosaccharolyticus*	CCUG 28882
26	*Bacillus pumilus*	CCUG 26016
27	*Bacillus schlegelii*	CCUG 26017
28	*Bacillus simplex*	CCUG 28889
29	*Bacillus smithii*	CCUG 27413
30	*Bacillus sphaericus*	CCUG 7428
31	*Bacillus subtilis*	CCUG 163
32	*Bacillus thermoglucosidasius*	CCUG 28887
33	*Bacillus thiaminolyticus*	CCUG 28880
34	*Bacillus mojavensis*	DSM 9205
35	*Bacillus endophyticus*	DSM 13796
36	*Bacillus funiculus*	DSM 15141
37	*Bacillus alcalophilus*	DSM 485
38	*Bacillus clarkii*	DSM 8720
39	*Bacillus cohnii*	DSM 2528
40	*Bacillus gibsonii*	DSM 8722
41	*Bacillus halodurans*	DSM 497
42	*Bacillus altitudinis*	DSM 21631
43	*Bacillus arsenicus*	DSM 15822
44	*Bacillus farraginis*	DSM 16013
45	*Bacillus foraminis*	DSM19613
46	*Bacillus fordii*	DSM 16014
47	*Bacillus fortis*	DSM 16012
48	*Bacillus galactosidilyticus*	DSM 15595
49	*Bacillus hemicellulosilyticus*	DSM 16731

laevolacticus D16270，*Bacillus lentus* AB021189，*Bacillus licheniformis* CP000002，*Bacillus marinus* AJ237708，*Bacillus massiliensis* AY677116，*Bacillus megaterium* D16273，*Bacillus mycoides* AB021192，*Bacillus pasteurii* X60631，*Bacillus psychrophilus* D16277，*Bacillus psychrosaccharolyticus* B021195，*Bacillus pumilus* Y876289，*Bacillus schlegelii* AB042060，*Bacillus simplex* AJ439078，*Bacillus smithii* Z26935，*Bacillus sphaericus* AJ310084，*Bacillus subtilis* AJ276351，*Bacillus thermoglucosidasius* AY608981，*Bacillus thiaminolyticus* AB073197，*Bacillus mojavensis* AB021191，*Bacillus endophyticus* AF295302，*Bacillus funiculus* AB049195；*Bacillus alcalophilus* X76436，*Bacillus clarkii* X76444，*Bacillus cohnii* X76437，*Bacillus cohnii* AB271738，*Bacillus halodurans* AJ302709，*Bacillus altitudinis* AJ831842，*Bacillus arsenicus* AJ606700，*Bacillus farraginis* AY443036，*Bacillus foraminis* AJ717382，*Bacillus fordii* AY443039，*Bacillus fortis* AY443038，*Bacillus galactosidilyticus* AJ535638，*Bacillus hemicellulosilyticus* AB043846。

三、芽胞杆菌的 16S rRNA 聚类分析

根据图 4-2 芽胞杆菌 16S rRNA 系统发育树的构建，将芽胞杆菌分为六大聚类。

1. 第一组蜡样芽胞杆菌组

Group I 包含蜡样芽胞杆菌（*B. cereus*）FJAT-8760，蕈状芽胞杆菌（*B. mycoides*）FJAT-8775，苏云金芽胞杆菌（*B. thuringiensis*）FJAT-8787，绳索状芽胞杆菌（*B. funiculus*）FJAT-10012，嗜冷芽胞杆菌（*B. psychrosaccharolyticus*）FJAT-8777，简单芽胞杆菌（*B. simplex*）FJAT-8781，弯曲芽胞杆菌（*B. flexus*）FJAT-8765，巨大芽胞杆菌（*B. megaterium*）FJAT-8774。

2. 第二组枯草芽胞杆菌组

Group II 包括枯草芽胞杆菌（*B. subtilis*）FJAT-8784，地衣芽胞杆菌（*B. licheniformis*）FJAT-8771，产氮芽胞杆菌（*B. azotoformans*）FJAT-8756，科恩氏芽胞杆菌（*B. cohnii*）FJAT-10017，短小芽胞杆菌（*B. pumilus*）FJAT-8779，解纤维芽胞杆菌（*B. cellulosilyticus*）FJAT-10015。

3. 第三组坚强芽胞杆菌组

Group III 包括坚强芽胞杆菌（*B. firmus*）FJAT-8764，美丽短芽胞杆菌（*B. foraminis*）FJAT-10011，食苯芽胞杆菌（*B. benzoevorans*）FJAT-8758，环状芽胞杆菌（*B. circulans*）FJAT-8761。

4. 第四组史氏芽胞杆菌组

Group IV 包括史氏芽胞杆菌（*B. smithii*）FJAT-8782，嗜碳芽胞杆菌（*B. carboniphilus*）FJAT-10029，芽胞杆菌（*B. endophyticus*）FJAT-10010，栗褐芽胞杆菌（*B. badius*）FJAT-8757，混料芽胞杆菌（*B. farraginis*）FJAT-10030，福氏芽胞杆菌（*B. fordii*）FJAT-10032，强壮芽胞杆菌（*B. fortis*）FJAT-10033。

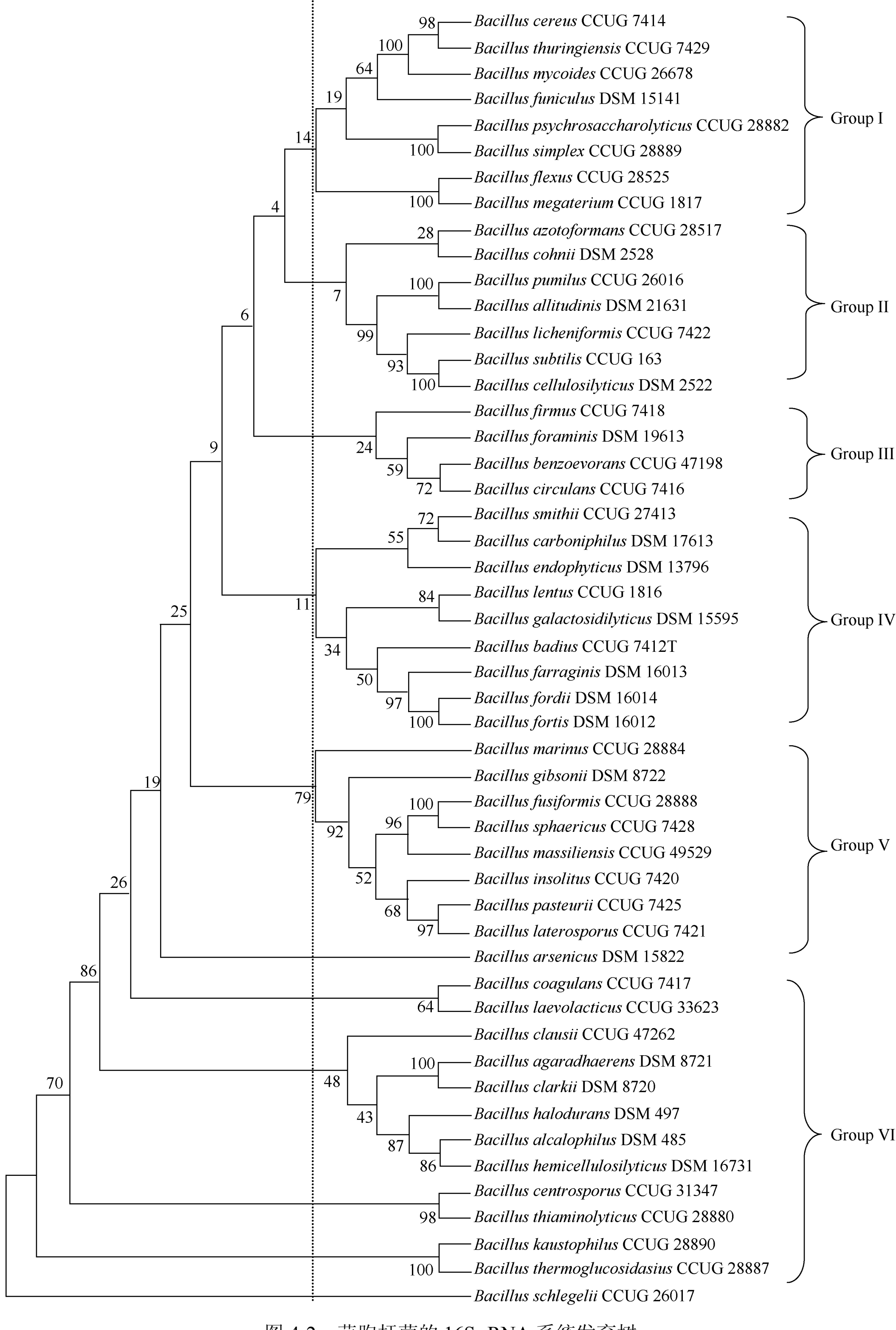


图 4-2　芽胞杆菌的 16S rRNA 系统发育树

5. 第五组球形芽胞杆菌组

Group V 包括球形芽胞杆菌（*B. sphaericus*）FJAT-8783，海洋芽胞杆菌（*B. marinus*）FJAT-8772，吉氏芽胞杆菌（*B. gibsonii*）FJAT-10019，梭形芽胞杆菌（*B. fusiformis*）FJAT-8766，*B. massilienis* FJAT-8773，异常芽胞杆菌（*B. insolitus*）FJAT-8767，巴斯德氏芽胞杆菌（*B. pasteuri*）FJAT-8776，嗜冷芽胞杆菌（*B. psychrophilus*）FJAT-8777，砷芽胞杆菌（*B. arsenicus*）FJAT-10027。

6. 第六组嗜碱芽胞杆菌组

Group VI 包括嗜碱芽胞杆菌（*B. alcalophilus*）FJAT-10014，黏琼脂芽胞杆菌（*B. agaradhaerens*）FJAT-10013，克氏芽胞杆菌（*B.clarkii*）FJAT-10016，耐盐芽胞杆菌（*B.halodurans*）FJAT-10024，解半纤维素芽胞杆菌（*B. hemicellulosilyticus*）FJAT-10037，中胞芽胞杆菌（*B. centrosporus*）FJAT-8759，解硫胺素芽胞杆菌（*B. thiaminolyticus*）FJAT-8786 等。

四、讨论

1. 分子分类的有效性

由于细菌种属间生理生化特征相似，单凭传统的表型和化学鉴定方法已很难准确对其进行分类鉴定。随着分子技术的不断进步，细菌的分类鉴定也从最初的表型和化学鉴定演变到了分子水平，也就是通过对细菌 DNA 的鉴定来达到区分种属的目的，使鉴定结果更加准确和可靠。对于细菌而言，已经比较成熟的分子鉴定方法有很多。

2. 16S rRNA 的保守性

原核生物的核糖体有 23S rRNA、16S rRNA 和 5S rRNA 等三种，与蛋白质的翻译功能直接相关。核糖体存在于所有的细胞生物体内，而且有着高度的序列保守性，同时在其分子内部也存在着变异性较大的多变区。在三种核糖体分子中，由于 16S rRNA 的信息量足够大，序列大小适中（1.5 kb），在进化上速度慢，并且在本质上和功能上具有高度的保守性，因而被选作生物进化过程中的标尺，用于生物的系统分类。16S rRNA 基因是目前所知系统发育研究中最好的标记。

3. 分子分类的稳定性

由图 4-2 芽胞杆菌的 16S rRNA 系统发育树表明，经 16S rRNA 序列可信度比较，Group I 中蜡样芽胞杆菌（*B. cereus*）、蕈状芽胞杆菌（*B. mycoides*）、苏云金芽胞杆菌（*B. thuringiensis*）可信度在 98%以上，简单芽胞杆菌（*B. simplex*）与嗜冷芽胞杆菌（*B. psychrosaccharolyticus*）可信度 100%，弯曲芽胞杆菌（*B. flexus*）与巨大芽胞杆菌（*B. megaterium*）可信度 100%。Group II 中枯草芽胞杆菌（*B. subtilis*）与解纤维芽胞杆菌（*B. cellulosilyticus*）可信度 100%。Group IV 包括混料芽胞杆菌（*B. farraginis*），福氏芽胞杆菌（*B. fordii*），强壮芽胞杆菌（*B. fortis*）可信度在 97%以上。Group V 中梭形芽胞杆菌（*B. fusiformis*）与球形芽胞杆菌（*B. sphaericus*）可信度 100%，巴斯德氏芽胞杆菌（*B.

pasteurii）与嗜冷芽胞杆菌（*B. psychrophilus*）可信度在97%以上。Group VI 中黏琼脂芽胞杆菌（*B. agaradhaerens*），克氏芽胞杆菌（*B.clarkii*）可信度100%。中胞芽胞杆菌（*B. centrosporus*）与解硫胺素芽胞杆菌（*B. thiaminolyticus*）可信度在98%以上。

4. 分子分类的互补性

与数值分类法相比较，两种方法结果存在差异主要有以下几点原因：首先，每种分析方法都有其适用范围，各有优点和局限性，数值分类对众多的表型性状进行统计学分析有优势，16S rRNA-RFLP 则是直接依据核酸分子携带的遗传水平信息进行分析，表型数值分类与 16S rRNA-RFLP 遗传分析的结果若互相验证，则结论的可靠性增强，可进一步进行 16S rRNA 序列测定分析系统发育关系或杂交定种等。其次，由于每种分析都含有人为操作的外在因素，尤其是数值分类，许多性状差异需要人为判定，某些表型性状的出现呈过渡状态，时机掌控不好会增加结果分析时的统计学差异。相比之下，依据基因的遗传分析相对客观，因此近年来较为流行。

第三节　芽胞杆菌脂肪酸分类学特性

一、芽胞杆菌脂肪酸特性

1. 微生物脂肪酸生物标记特异性

磷脂脂肪酸是几乎所有活体细胞膜的主要成分，含量相对恒定，且不受质粒损失或增加的影响。不同微生物体细胞膜中磷脂脂肪酸的含量和结构具有种属特征或与其分类地位密切相关，能够标志某一类或某种特定微生物的存在（Abel et al.，1963）。脂肪酸结构种类多样，对环境因素敏感，它既是菌株基因组差异的外在表现，同时也反映了菌株对外界环境条件的不同反应（周方等，1986）。脂肪酸分析技术是通过皂化、甲基化、萃取、碱洗涤等步骤，将样品中的脂肪酸转化成脂肪酸甲酯，通过气相色谱等，得到样品的脂肪酸甲酯（FAME）图谱，根据图谱中脂肪酸甲酯的多样性，利用相关数据库和相关计算机分析软件，鉴定样品中微生物的种类或得到样品中微生物群落结构组成多样性、比例及微生物生物量等方面的信息。

2. 细菌脂肪酸鉴定系统

气相色谱技术应用于微生物的鉴定和分类起始于20世纪60年代初，Abel等首先借助气相色谱分析肠杆菌细胞脂肪酸的组分，进行细菌鉴定、分类的研究。之后这种分析技术应用于假单胞菌、分枝杆菌、链球菌、芽胞杆菌、梭形杆菌等不同属的菌种鉴定研究的报道日益增多。我国在这方面的研究起步较晚，1987年才见到周方等用细胞脂肪酸气相色谱图鉴别一些芽胞杆菌、布鲁氏杆菌、弧菌、莫拉氏菌、军团菌的研究报道（王秋红等，2007）。90年代美国 MIDI 公司成功开发微生物自动化鉴定系统（Sherlock MIS），该系统有一套完整的标准化程序，备有图谱识别软件和迄今为止微生物鉴定系统中最大的数据库资源，大大提高了脂肪酸分析方法的准确性和重复性，且操作简便，分析周期

短。这使得该项技术在微生物领域的研究中得到更广泛的应用。

3. 细菌脂肪酸与 DNA 的同源性

细菌的鉴定依赖于菌株分离及其生物学特征的鉴定，包括依靠外膜结构的血清群（型）的分析、生化反应、其他特定大分子的鉴定及基因水平的特殊鉴定等。现代微生物学研究表明：微生物细胞结构中普遍含有的脂肪酸组成与微生物 DNA 具有高度的相关性，各种微生物具有其特征性的细胞脂肪酸指纹图谱。不同微生物的脂肪酸在组成和含量上有较大差异，它和微生物的遗传变异、耐药性等有极为密切的关系。大多数革兰阳性菌如芽胞杆菌中支链 $C_{15:0}$ 脂肪酸丰度很高，而在大多数革兰阴性菌中 $C_{16:0}$ 丰度较高。一些细菌如考克斯氏体属、土拉弗朗西斯菌属、假单胞菌属和分枝杆菌属细菌有其特殊的脂类，可经磷脂脂肪酸分析实现鉴定。菌体脂肪酸组成相对稳定，不受生化反应变异及质粒丢失等因素的影响。此外，磷脂不能作为细胞的储存物质，一旦生物细胞死亡，其中的磷脂化合物就会马上消失，因此，磷脂脂肪酸可以代表微生物群落中“存活”的那部分群体。根据细胞脂肪酸的组成，一般可通过单次试验比较准确地将微生物鉴定到种。本实验用微生物自动化鉴定系统（Sherlock MIS）对芽胞杆菌菌株进行鉴定与分析。

二、芽胞杆菌脂肪酸分类学研究方法

1. 材料

培养基：TSB 培养基。试剂：甲醇，正己烷甲基叔丁基乙醚，盐酸，氢氧化钠（优级纯），脂肪酸混合标样（C9～C20），水为去离子水。仪器：气相色谱仪，水浴锅等。

2. 脂肪酸提取前处理试剂配制

试剂 1：NaOH 45 g+甲醇（HPLC 纯）150 ml+去离子蒸馏水 150 ml。水和甲醇混合后加入 NaOH 中，同时搅拌至完全溶解。试剂 2：6.00 mol/L 盐酸 325 ml+甲醇（HPLC 纯）275 ml，将盐酸加入甲醇中，并不断搅拌。试剂 3：正己烷（HPLC 纯）200 ml+MTBE（HPLC 纯）200 ml，将 MTBE 加入正己烷中，并搅拌均匀。试剂 4：NaOH 10.8 g+去离子蒸馏水 900 ml。

3. 菌株的培养

将菌株采用四区画线法在 TSBA 平板上划线，置于 30℃暗培养箱培养 24 h（可通过四区不同密度的菌体确认是否纯化，最佳获菌区为第三区，此区必须有菌落并且有足够的菌落数量。

4. 脂肪酸鉴定的前处理

获菌：用接种环挑取 3～5 环（约 40 mg 湿重）的菌落置于清洁干燥的有螺旋盖的试管（13 mm × 100 mm）底部。皂化（强烈的甲醇随着加热杀菌及溶解细菌）：在装有菌体的试管内加入（1.0±0.1）ml 试剂 1，锁紧盖子，振荡试管 5～10 s，95～100℃水浴 5 min，从沸水中移开试管并轻微的冷却，振荡 5～10 s，再水浴 25 min，取出于室温冷却。甲基

化（甲基化转换脂肪酸成脂肪酸甲基酯以增加脂肪酸的挥发性，供 GC 分析）：加入试剂（22.0±0.1）ml，拧紧盖子，振荡 5～10 s，80℃水浴 10 min，移开且快速用流动自来水冷却至室温。萃取（脂肪酸甲基酯从酸性水相移出转移到一个有机相的萃取过程）：加入（1.25±0.1）ml 的试剂 3 萃取溶剂，盖紧盖子，温和混合旋转 10 min，打开管盖，利用干净的移液管取出下层似水部分，弃去。基本洗涤（从有机相中移去游离的脂肪）：加入（3.0±0.21）ml 试剂 4，拧紧盖子，温和混合旋转 5 min，打开盖子，利用干净的移液管移出约 2/3 体积的上层有机相到干净的 GC 检体小瓶（此过程要小心，宁可少取有机相，绝不可吸入水相，否则会损坏细菌鉴定仪的色谱柱）。

5. 样品脂肪酸成分检测

在下述气相色谱条件下平行分析脂肪酸甲酯混合物标样和待检样本：二阶程序升高柱温，170℃起始，经 5℃/min 升至 260℃，而后经 40℃/min 升至 310℃，维持 90 s；汽化室温度 250℃；检测器温度 300℃；载气为 H_2（2 ml/min），进样模式为分流进样，分流比为 100∶1；辅助气为空气（350 ml/min），H_2（30 ml/min）；尾吹气为 N_2（30 ml/min）；柱前压 10.00 psi（1 psi= 6.895 kPa）；进样量 1 μl。

6. 数据库比对分析

系统根据各组分保留时间计算等链长［相对长链度（ECL）］值确定目标组分的存在，采用峰面积归一化法计算各组分的相对含量，再将二者与系统谱库中的标准菌株数值匹配计算相似度（similarity index，SI），从而给出一种或几种可能的菌种鉴定结果。一般以最高 SI 的菌种名称作为鉴定结果，但当其报告的几个菌种的 SI 比较接近时，则根据色谱图特征及菌落生长特性进行综合判断。以脂肪酸混合标样校正保留时间。

7. 芽胞杆菌主要脂肪酸聚类分析

以供试的 49 个芽胞杆菌菌种为指标，以检测出的 20 种主要脂肪酸的百分含量为样本，构建矩阵；数据进行中心化，以欧氏距离为聚类尺度，用平均法进行系统聚类分析。

三、芽胞杆菌种类主要脂肪酸组成

脂肪酸是细胞结构的重要组成部分，细菌细胞的脂肪酸主要存在于细胞膜中，表 4-6～表 4-21 是 16 种常见芽胞杆菌脂肪酸组成分析结果。以下是所选的 16 种芽胞杆菌的主要脂肪酸及其含量。

1. 短短芽胞杆菌的脂肪酸组成

表 4-6 展示了短短芽胞杆菌（*Brevibacillus brevis*）的主要脂肪酸，包括 $C_{16:1\omega7c}$（1.5%）、iso-$C_{16:0}$（30.5%）、$C_{18:1\omega7c}$（17.8%）。

2. 深褐芽胞杆菌的脂肪酸组成

表 4-7 展示了深褐芽胞杆菌（*Bacillus atrophaeus*）的主要脂肪酸，包括 anteiso-$C_{15:0}$（48.83%）、anteiso-$C_{17:0}$（19.45%）、iso-$C_{15:0}$（2.23%）、iso-$C_{17:0}$（6.47%）。

表 4-6　短短芽胞杆菌（*Brevibacillus brevis*）的脂肪酸组成

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
1.531	89 624	0.013	—	6.971		—
1.561	4.541×10^8	0.026	—	7.032	SOLVENT PEAK	—
1.916	395	0.017	—	7.757		—
2.102	3 344	0.021	—	8.136		—
2.500	259	0.020	—	8.945		—
3.018	456	0.023	1.114	9.999	10:0	0.06
3.336	337	0.023	—	10.469		—
3.833	223	0.027	1.055	11.153	10:0 2OH	0.03
4.076	20 087	0.026	1.043	11.422	10:0 3OH	2.50
4.598	21 404	0.029	1.020	12.001	12:0	2.61
4.700	281	0.026	1.017	12.092	11:0 iso 3OH	0.03
5.147	973	0.031	—	12.487	unknown 12.484	—
5.670	432	0.030	0.990	12.949	13:1 at 12-13	0.05
5.967	36 042	0.032	0.983	13.177	12:0 2OH	4.23
6.343	37 899	0.033	0.977	13.455	12:0 3OH	4.42
6.828	1 464	0.032	—	13.814		—
7.078	4 590	0.039	0.965	13.999	14:0	0.53
7.246	264	0.022	0.963	14.110	13:0 iso 3OH	0.03
7.719	737	0.045	0.958	14.420	15:1 iso F	0.08
8.029	571	0.034	0.955	14.622	15:0 iso	0.07
8.166	1 754	0.036	0.954	14.712	15:0 anteiso	0.20
8.603	914	0.033	—	14.999	15:0	—
9.651	301	0.028	0.946	15.633	16:0 iso	0.03
9.959	279 863	0.040	0.944	15.819	Sum In Feature 3	31.55
10.107	1 097	0.045	0.944	15.909	16:1 ω5c	0.12
10.261	270 825	0.039	0.944	16.002	16:0	30.51
10.394	1 604	0.062	—	16.079		—
11.151	246	0.031	0.943	16.520	17:1 anteiso ω9c	0.03
11.337	1 336	0.035	0.943	16.628	17:0 iso	0.15
11.498	1 273	0.038	0.943	16.721	17:0 anteiso	0.14
11.618	786	0.041	0.943	16.792	17:1 ω8c	0.09
11.780	13 259	0.042	0.943	16.885	17:0 cyclo	1.49
11.972	1 361	0.034	0.943	16.997	17:0	0.15
13.306	1 492	0.046	—	17.758		—
13.416	157 719	0.042	0.947	17.821	Sum In Feature 8	17.83
13.721	14 545	0.040	0.949	17.994	18:0	1.65
14.489	901	0.041	—	18.435		—
14.852	730	0.038	0.955	18.644	19:0 iso	0.08
15.294	1 228	0.039	0.958	18.897	19:0 cyclo ω8c	0.14
15.468	9 732	0.044	0.959	18.997	19:0	1.11
16.089	562	0.038	0.964	19.357	19:0 10-methyl	0.06
18.318	539	0.040	—	20.650		—
	279 863	—	—	—	Summed Feature 3	31.55
	157 719	—	—	—	Summed Feature 8	17.83

表 4-7　深褐芽胞杆菌（*Bacillus atrophaeus*）的脂肪酸组成

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
1.531	195 011	0.014	—	6.966		—
1.561	4.501×10^8	0.026	—	7.027	SOLVENT PEAK	—
1.661	8 802	0.023	—	7.230		—
1.915	667	0.026	—	7.749		—
2.102	3 173	0.021	—	8.130		—
5.291	169	0.024	1.000	12.614	13:0 iso	0.07
6.562	2 133	0.034	0.973	13.618	14:0 iso	0.89
7.080	374	0.035	0.965	14.001	14:0	0.15
8.029	29 944	0.036	0.955	14.623	15:0 iso	12.23
8.167	119 670	0.035	0.954	14.714	15:0 anteiso	48.83
8.603	290	0.031	—	15.000	15:0	—
9.243	2 463	0.037	0.946	15.388	16:1 ω7c alcohol	1.00
9.638	8 305	0.037	0.945	15.626	16:0 iso	3.36
9.854	1 969	0.035	0.944	15.758	16:1 ω11c	0.80
10.254	4 819	0.037	0.943	16.000	16:0	1.94
10.920	4 383	0.040	0.942	16.388	17:1 iso ω10c	1.77
11.074	5 852	0.040	0.941	16.477	Sum In Feature 4	2.36
11.337	16 051	0.040	0.941	16.630	17:0 iso	6.47
11.496	48 279	0.041	0.942	16.723	17:0 anteiso	19.45
13.720	667	0.036	0.948	18.000	18:0	0.27
14.175	1 029	0.039	0.950	18.262	17:0 2OH	0.42
—	5 852	—	—	—	Summed Feature 4	2.36

3. 栗褐芽胞杆菌的脂肪酸组成

表 4-8 展示了栗褐芽胞杆菌（*Bacillus badius*）的主要脂肪酸，包括 iso-$C_{17:1\omega10c}$（5.22%）、iso-$C_{15:0}$（14.92%）、anteiso-$C_{15:0}$（11.04%）。

表 4-8　栗褐芽胞杆菌（*Bacillus badius*）的脂肪酸组成

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
1.522	67 783	0.013	—	6.979		—
1.551	3.726×10^8	0.026	—	7.038	SOLVENT PEAK	—
1.644	6 304	0.021	—	7.230		—
1.905	227	0.019	—	7.764		—
2.089	2 088	0.021	—	8.141		—
2.177	146	0.013	—	8.320		—
2.702	763	0.022	1.117	9.396	8:0 3OH	0.36
4.051	5 940	0.025	1.022	11.417	10:0 3OH	2.58
4.570	5 477	0.027	1.004	11.999	12:0	2.34

续表

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
7.042	2 266	0.038	0.964	14.002	14:0	0.93
7.219	236	0.027	0.963	14.119	13:0 iso 3OH	0.10
7.682	380	0.027	0.960	14.424	15:1 iso F	0.16
7.986	468	0.025	0.959	14.623	15:0 iso	0.19
8.562	884	0.030	—	15.002	15:0	—
9.911	92 745	0.039	0.955	15.820	Sum In Feature 3	37.66
10.212	97 009	0.040	0.955	16.002	16:0	39.40
10.341	1 240	0.061	—	16.076		—
11.733	3 685	0.044	0.959	16.886	17:0 cyclo	1.50
11.928	564	0.031	0.959	16.999	17:0	0.23
13.366	32 912	0.043	0.966	17.817	Sum In Feature 8	13.51
13.674	1 281	0.037	0.967	17.992	18:0	0.53
13.820	536	0.039	0.968	18.076	18:1 ω7c 11-methyl	0.22
14.807	749	0.045	0.974	18.640	19:0 iso	0.31
14.916	283	0.031	—	18.702		—
16.635	600	0.029	—	19.690		—
18.272	946	0.030	—	20.648		—
—	92 745	—	—	—	Summed Feature 3	37.66
—	32 912	—	—	—	Summed Feature 8	13.51

4. 蜡样芽胞杆菌的脂肪酸组成

表 4-9 展示了蜡样芽胞杆菌（*Bacillus cereus*）的主要脂肪酸，包括 iso-$C_{15:0}$（34.52%）、iso-$C_{17:0}$（6.95%）、iso-$C_{14:0}$（4.79%）、anteiso-$C_{15:0}$（4.53%）、iso-$C_{16:0}$（4.46%）。

表 4-9　蜡样芽胞杆菌（*Bacillus cereus*）的脂肪酸组成

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
1.522	61 687	0.013	—	6.967		—
1.551	3.612×10^{8}	0.027	—	7.027	SOLVENT PEAK	—
1.646	9 355	0.021	—	7.221		—
1.904	157	0.017	—	7.750		—
2.089	1 769	0.020	—	8.130		—
2.424	333	0.023	—	8.816		—
4.118	198	0.027	—	11.495		—
4.221	650	0.026	1.016	11.610	12:0 iso	0.55
4.570	262	0.029	1.004	12.000	12:0	0.22
5.262	9 003	0.029	0.988	12.614	13:0 iso	7.45
5.362	1 209	0.032	0.986	12.702	13:0 anteiso	1.00
6.530	4 243	0.031	0.969	13.618	14:0 iso	3.44

续表

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
7.043	4 294	0.043	0.964	13.999	14:0	3.47
7.214	534	0.033	0.963	14.112	13:0 iso 3OH	0.43
7.306	271	0.024	—	14.172		—
7.686	1 256	0.046	0.960	14.422	15:1 iso F	1.01
7.992	37 281	0.036	0.959	14.623	15:0 iso	29.94
8.129	5 429	0.036	0.958	14.713	15:0 anteiso	4.36
9.203	950	0.039	0.956	15.388	16:1 ω7c alcohol	0.76
9.361	3 494	0.039	0.955	15.484	Sum In Feature 2	2.80
9.462	692	0.041	0.955	15.545	16:0 N alcohol	0.55
9.598	7 312	0.042	0.955	15.628	16:0 iso	5.85
9.977	10 052	0.039	0.955	15.857	Sum In Feature 3	8.04
10.212	5 965	0.040	0.955	16.000	16:0	4.77
10.580	1 202	0.037	0.956	16.214	15:0 2OH	0.96
10.878	4 215	0.041	0.956	16.388	17:1 iso ω10c	3.38
11.004	7 673	0.044	0.957	16.462	17:1 iso ω5c	6.15
11.144	1 624	0.041	0.957	16.544	17:1 anteiso A	1.30
11.294	13 304	0.039	0.957	16.631	17:0 iso	10.67
11.452	2 807	0.040	0.958	16.723	17:0 anteiso	2.25
13.090	194	0.025	0.965	17.722	Sum In Feature 5	0.16
13.674	603	0.032	0.967	17.999	18:0	0.49
14.923	738	0.036	—	18.718		—
16.637	1 634	0.044	—	19.708		—
18.277	2 329	0.034	—	20.660		—
—	3 494	—	—	—	Summed Feature 2	2.80
—	—	—	—	—		—
—	10 052	—	—	—	Summed Feature 3	8.04
—	194	—	—	—	Summed Feature 5	0.16

5. 克劳氏芽胞杆菌的脂肪酸组成

表 4-10 展示了克劳氏芽胞杆菌（*Bacillus clausii*）的主要脂肪酸，包括 iso-$C_{15:0}$（32.77%）、iso-$C_{16:0}$（17.23%）、anteiso-$C_{15:0}$（15.65%）、anteiso-$C_{17:0}$（14.5%）。

6. 坚强芽胞杆菌的脂肪酸组成

表 4-11 展示了坚强芽胞杆菌（*Bacillus firmus*）的主要脂肪酸，包括 anteiso-$C_{15:0}$（40.01%）、iso-$C_{15:0}$（19.54%）、anteiso-$C_{17:0}$（3.26%）、iso-$C_{16:0}$（6.32%）、iso-$C_{17:0}$（9.47%）。

7. 弯曲芽胞杆菌的脂肪酸组成

表 4-12 展示了弯曲芽胞杆菌（*Bacillus flexus*）的主要脂肪酸，包括 anteiso-$C_{15:0}$（25.43%）、iso-$C_{15:0}$（24.41%）、anteiso-$C_{18:0}$（5.65%）、anteiso-$C_{17:0}$（5.12%）。

表 4-10　克劳氏芽胞杆菌（*Bacillus clausii*）的脂肪酸组成

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
1.539	158 840	0.014	—	6.967		—
1.569	5.091×10^{8}	0.026	—	7.028	SOLVENT PEAK	—
1.926	813	0.029	—	7.752		—
2.112	3 780	0.021	—	8.133		—
3.032	195	0.021	1.103	10.000	10:0	0.10
4.614	523	0.030	1.013	11.998	12:0	0.24
5.313	456	0.026	0.995	12.615	13:0 iso	0.20
6.586	4 741	0.034	0.972	13.619	14:0 iso	2.06
7.102	2 292	0.035	0.966	14.000	14:0	0.99
8.053	76 482	0.036	0.958	14.623	15:0 iso	32.70
8.190	42 696	0.036	0.957	14.713	15:0 anteiso	18.24
8.265	507	0.026	—	14.762		—
8.629	2 776	0.038	—	15.000	15:0	—
9.268	3 986	0.039	0.952	15.387	16:1 ω7c alcohol	1.69
9.664	8 209	0.038	0.951	15.627	16:0 iso	3.48
9.880	7 144	0.040	0.950	15.758	16:1 ω11c	3.03
10.280	19 200	0.038	0.950	15.999	16:0	8.14
10.949	1 548	0.036	0.950	16.389	17:1 iso ω10c	0.66
11.103	1 297	0.038	0.950	16.478	Sum In Feature 4	0.55
11.364	36 740	0.040	0.950	16.630	17:0 iso	15.58
11.524	24 043	0.042	0.950	16.723	17:0 anteiso	10.20
12.002	1 391	0.037	0.951	17.000	17:0	0.59
13.111	408	0.040	0.954	17.633	18:0 iso	0.17
13.752	2 338	0.041	0.956	17.999	18:0	1.00
14.860	671	0.042	0.961	18.635	19:0 iso	0.29
15.024	268	0.032	0.962	18.729	19:0 anteiso	0.12
18.193	916	0.038	—	20.565		—
—	1 297	—	—	—	Summed Feature 4	0.55

表 4-11　坚强芽胞杆菌（*Bacillus firmus*）的脂肪酸组成

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
1.521	207 337	0.014	—	6.972		—
1.551	4.869×10^{8}	0.026	—	7.033	SOLVENT PEAK	—
1.652	12 838	0.021	—	7.240		—
1.903	1 162	0.039	—	7.755		—
2.089	3 349	0.021	—	8.135		—
5.285	235	0.026	0.994	12.612	13:0 iso	0.21
5.362	389	0.047	0.992	12.704	13:0 anteiso	0.35
5.549	372	0.029	—	12.869		—

续表

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
6.532	2 138	0.034	0.975	13.620	14:0 iso	1.88
7.043	655	0.043	0.970	13.999	14:0	0.57
7.993	22 445	0.035	0.963	14.623	15:0 iso	19.54
8.130	45 991	0.036	0.963	14.713	15:0 anteiso	40.01
9.203	937	0.032	0.959	15.386	16:1 ω7c alcohol	0.81
9.599	7 301	0.039	0.958	15.627	16:0 iso	6.32
9.812	758	0.029	0.958	15.756	16:1 ω11c	0.66
10.212	4 228	0.039	0.957	15.999	16:0	3.66
10.880	1 750	0.039	0.957	16.388	17:1 iso ω10c	1.51
11.032	1 251	0.038	0.957	16.478	Sum In Feature 4	1.08
11.295	10 940	0.040	0.958	16.631	17:0 iso	9.47
11.453	15 313	0.042	0.958	16.723	17:0 anteiso	13.26
13.675	756	0.030	0.962	18.000	18:0	0.66
—	1 251	—	—	—	Summed Feature 4	1.08

表 4-12　弯曲芽胞杆菌（*Bacillus flexus*）的脂肪酸组成

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
1.528	108 752	0.014	—	6.964		—
1.557	3.934×10^8	0.027	—	7.022	SOLVENT PEAK	—
1.655	35 344	0.023	—	7.224		—
1.911	748	0.030	—	7.748		—
2.097	2 753	0.025	—	8.128		—
2.432	284	0.021	—	8.812		—
5.278	366	0.030	0.975	12.614	13:0 iso	0.19
6.549	7 687	0.034	0.958	13.619	14:0 iso	3.93
7.063	2 175	0.035	0.954	14.000	14:0	1.11
8.011	57 453	0.035	0.951	14.623	15:0 iso	29.17
8.149	65 141	0.037	0.951	14.713	15:0 anteiso	33.06
9.224	4 251	0.039	0.951	15.387	16:1 ω7c alcohol	2.16
9.620	5 456	0.037	0.952	15.627	16:0 iso	2.77
9.834	8 625	0.040	0.952	15.757	16:1 ω11c	4.39
10.233	7 981	0.040	0.954	15.999	16:0	4.06
10.900	5 832	0.038	0.957	16.388	17:1 iso ω10c	2.98
11.053	5 408	0.040	0.958	16.478	Sum In Feature 4	2.77
11.316	9 435	0.041	0.960	16.631	17:0 iso	4.83
11.475	15 299	0.041	0.961	16.724	17:0 anteiso	7.85
13.051	451	0.037	0.974	17.630	18:0 iso	0.23
13.699	936	0.040	0.980	18.001	18:0	0.49
16.661	412	0.034	—	19.709		—
18.304	748	0.041	—	20.662		—
—	5 408	—	—	—	Summed Feature 4	2.77

8. 迟缓芽胞杆菌的脂肪酸组成

表 4-13 展示了迟缓芽胞杆菌（*Bacillus lentus*）的主要脂肪酸，包括 iso-$C_{15:0}$（27.65%）、iso-$C_{17:0}$（12.24%）、iso-$C_{16:0}$（10.72%）、anteiso-$C_{15:0}$（4.91%）。

表 4-13　迟缓芽胞杆菌（*Bacillus lentus*）的脂肪酸组成

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
1.522	121 298	0.014	—	6.966		—
1.552	3.972×10^8	0.026	—	7.027	SOLVENT PEAK	—
1.643	2 859	0.027	—	7.213		—
2.089	999	0.021	—	8.129		—
2.177	290	0.025	—	8.309		—
2.425	265	0.019	—	8.817		—
4.575	193	0.020	1.029	12.002	12:0	0.32
5.263	3 843	0.030	1.005	12.613	13:0 iso	6.27
5.360	270	0.025	1.002	12.699	13:0 anteiso	0.44
6.532	1 515	0.032	0.975	13.619	14:0 iso	2.40
7.045	1 894	0.033	0.966	14.000	14:0	2.97
7.992	26 573	0.037	0.955	14.624	15:0 iso	41.16
8.129	2 318	0.037	0.953	14.714	15:0 anteiso	3.58
9.360	1 273	0.038	0.944	15.483	Sum In Feature 2	1.95
9.589	2 861	0.036	0.942	15.628	16:0 iso	4.37
9.977	4 683	0.038	0.940	15.858	Sum In Feature 3	7.15
10.212	4 870	0.041	0.939	16.000	16:0	7.42
10.879	1 038	0.033	0.937	16.389	17:1 iso ω10c	1.58
11.005	3 179	0.041	0.937	16.462	17:1 iso ω5c	4.83
11.138	608	0.030	0.937	16.540	17:1 anteiso A	0.92
11.293	7 566	0.039	0.937	16.630	17:0 iso	11.50
11.451	1 059	0.032	0.936	16.722	17:0 anteiso	1.61
13.677	1 004	0.039	0.938	18.000	18:0	1.53
—	1 273	—	—	—	Summed Feature 2	1.95
—	—	—	—	—		—
—	4 683	—	—	—	Summed Feature 3	7.15

9. 地衣芽胞杆菌的脂肪酸组成

表 4-14 展示了地衣芽胞杆菌（*Bacillus licheniformis*）的主要脂肪酸，包括 iso-$C_{15:0}$（35.6%）、anteiso-$C_{15:0}$（21.29%）、iso-$C_{17:0}$（11%）、iso-$C_{16:0}$（7.47%）、anteiso-$C_{17:0}$（7.4%）。

10. 海洋芽胞杆菌的脂肪酸组成

表 4-15 展示了海洋芽胞杆菌（*Bacillus marinus*）的主要脂肪酸，包括 anteiso-$C_{15:0}$（61.97%）、iso-$C_{15:0}$（5.81%）、anteiso-$C_{17:0}$（8.19%）、iso-$C_{16:0}$（6.56%）。

表 4-14　地衣芽胞杆菌（***Bacillus licheniformis***）的脂肪酸组成

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
1.522	6 1687	0.013	—	6.967		—
1.551	3.612×10^8	0.027	—	7.027	SOLVENT PEAK	—
1.646	9 355	0.021	—	7.221		—
1.904	157	0.017	—	7.750		—
2.089	1 769	0.020	—	8.130		—
2.424	333	0.023	—	8.816		—
4.118	198	0.027	—	11.495		—
4.221	650	0.026	1.016	11.610	12:0 iso	0.55
4.570	262	0.029	1.004	12.000	12:0	0.22
5.262	9 003	0.029	0.988	12.614	13:0 iso	7.45
5.362	1 209	0.032	0.986	12.702	13:0 anteiso	1.00
6.530	4 243	0.031	0.969	13.618	14:0 iso	3.44
7.043	4 294	0.043	0.964	13.999	14:0	3.47
7.214	534	0.033	0.963	14.112	13:0 iso 3OH	0.43
7.306	271	0.024	—	14.172		—
7.686	1 256	0.046	0.960	14.422	15:1 iso F	1.01
7.992	37 281	0.036	0.959	14.623	15:0 iso	29.94
8.129	5 429	0.036	0.958	14.713	15:0 anteiso	4.36
9.203	950	0.039	0.956	15.388	16:1 ω7c alco hol	0.76
9.361	3 494	0.039	0.955	15.484	Sum In Feature 2	2.80
9.462	692	0.041	0.955	15.545	16:0 N alco hol	0.55
9.598	7 312	0.042	0.955	15.628	16:0 iso	5.85
9.977	10 052	0.039	0.955	15.857	Sum In Feature 3	8.04
10.212	5 965	0.040	0.955	16.000	16:0	4.77
10.580	1 202	0.037	0.956	16.214	15:0 2OH	0.96
10.878	4 215	0.041	0.956	16.388	17:1 iso ω10c	3.38
11.004	7 673	0.044	0.957	16.462	17:1 iso ω5c	6.15
11.144	1 624	0.041	0.957	16.544	17:1 anteiso A	1.30
11.294	13 304	0.039	0.957	16.631	17:0 iso	10.67
11.452	2 807	0.040	0.958	16.723	17:0 anteiso	2.25
13.190	194	0.025	0.965	17.722	Sum In Feature 5	0.16
13.674	603	0.032	0.967	17.999	18:0	0.49
14.923	738	0.036	—	18.718		—
16.637	1 634	0.044	—	19.708		—
18.277	2 329	0.034	—	20.660		—
—	3 494	—	—	—	summed feature 2	2.80
—	—	—	—	—		—
—	10 052	—	—	—	summed feature 3	8.04
—	194	—	—	—	summed feature 5	0.16

表 4-15　海洋芽胞杆菌（*Bacillus marinus*）的脂肪酸组成

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
1.522	105 555	0.014	—	6.964		—
1.551	3.925×10^8	0.027	—	7.024	SOLVENT PEAK	—
2.090	795	0.020	—	8.128		—
2.180	169	0.018	—	8.313		—
5.364	332	0.021	1.002	12.703	13:0 anteiso	0.12
6.532	5 556	0.031	0.975	13.618	14:0 iso	1.87
6.912	394	0.026	0.968	13.900	14:1 ω5c	0.13
7.045	4 759	0.033	0.966	13.999	14:0	1.59
7.771	1 001	0.029	0.957	14.477	Sum In Feature 1	0.33
7.993	17 605	0.035	0.955	14.623	15:0 iso	5.81
8.133	187 982	0.036	0.953	14.715	15:0 anteiso	61.97
8.348	378	0.029	0.951	14.856	15:1 ω6c	0.12
8.567	1 661	0.034	—	15.000	15:0	—
9.321	5 870	0.039	0.944	15.458	16:1 iso H	1.92
9.600	20 136	0.039	0.942	15.627	16:0 iso	6.56
9.913	6744	0.038	0.941	15.817	Sum In Feature 3	2.19
10.214	15 746	0.040	0.939	15.999	16:0	5.12
10.378	1 064	0.035	—	16.096		—
10.931	738	0.028	0.937	16.418	Sum In Feature 9	0.24
11.114	9 832	0.041	0.937	16.525	17:1 anteiso ω9c	3.19
11.297	1 591	0.037	0.937	16.632	17:0 iso	0.52
11.453	25 300	0.041	0.936	16.723	17:0 anteiso	8.19
13.674	384	0.030	0.938	17.999	18:0	0.12
—	1 001	—	—	—	Summed Feature 1	0.33
—	6 744	—	—	—	Summed Feature 3	2.19
—	738	—	—	—	Summed Feature 9	0.24

11. 巨大芽胞杆菌的脂肪酸组成

表 4-16 展示了巨大芽胞杆菌（*Bacillus megaterium*）的主要脂肪酸，包括 anteiso-$C_{15:0}$（42.31%）、iso-$C_{15:0}$（32.9%）、iso-$C_{14:0}$（9.42%）。

表 4-16　巨大芽胞杆菌（*Bacillus megaterium*）的脂肪酸组成

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
1.522	91 045	0.014	—	6.966		—
1.552	3.936×10^8	0.026	—	7.027	SOLVENT PEAK	—
1.650	27 497	0.023	—	7.228		—
1.903	206	0.033	—	7.747		—
2.089	1 174	0.022	—	8.129		—

续表

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
2.176	319	0.022	—	8.307		—
2.422	835	0.026	—	8.812		—
5.263	1 132	0.027	1.005	12.614	13:0 iso	0.63
5.363	301	0.025	1.002	12.703	13:0 anteiso	0.17
6.352	17 447	0.032	0.975	13.618	14:0 iso	9.42
7.044	2 491	0.033	0.966	13.999	14:0	1.33
7.994	62 221	0.035	0.955	14.624	15:0 iso	32.90
8.131	80 133	0.036	0.953	14.714	15:0 anteiso	42.31
8.567	1 181	0.029	—	15.001	15:0	—
9.202	1 484	0.034	0.945	15.386	16:1 ω7c alcohol	0.78
9.599	4 599	0.039	0.942	15.627	16:0 iso	2.40
9.812	1 637	0.030	0.941	15.756	16:1 ω11c	0.85
10.213	8 346	0.040	0.939	16.000	16:0	4.34
10.817	311	0.030	0.937	16.383	17:1 iso ω10c	0.16
11.037	383	0.032	0.937	16.480	Sum In Feature 4	0.20
11.293	2 374	0.039	0.937	16.630	17:0 iso	1.23
11.453	5 587	0.038	0.936	16.723	17:0 anteiso	2.90
13.676	719	0.035	0.938	18.000	18:0	0.37
17.183	4 221	0.121	—	20.025		—
—	383	—	—	—	Summed Feature 4	0.20

12. 蕈状芽胞杆菌的脂肪酸组成

表 4-17 展示了蕈状芽胞杆菌（*Bacillus mycoides*）的主要脂肪酸，包括 iso-$C_{15:0}$（26.76%）、iso-$C_{17:0}$（8.2%）、anteiso-$C_{15:0}$（4.32%）、iso-$C_{16:0}$（6.14%）。

表 4-17　蕈状芽胞杆菌（*Bacillus mycoides*）的脂肪酸组成

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
1.527	82 481	0.014	—	6.967		—
1.557	3.752×10^{8}	0.027	—	7.027	SOLVENT PEAK	—
1.654	22 283	0.021	—	7.226		—
1.911	938	0.043	—	7.752		—
2.097	2 016	0.021	—	8.132		—
2.431	1 821	0.021	—	8.815		—
4.129	398	0.031	—	11.493		—
4.233	1 631	0.027	1.005	11.609	12:0 iso	1.11
4.585	822	0.028	0.994	12.000	12:0	0.55
5.277	14 355	0.029	0.979	12.614	13:0 iso	9.54
5.377	2 712	0.030	0.977	12.702	13:0 anteiso	1.80

续表

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
6.422	352	0.036	—	13.526		—
6.548	4 351	0.032	0.963	13.619	14:0 iso	2.84
7.061	6 088	0.039	0.959	13.999	14:0	3.96
7.227	572	0.040	0.958	14.109	13:0 iso 3OH	0.37
7.700	1 712	0.048	0.956	14.420	15:1 iso F	1.11
8.0811	34 718	0.035	0.955	14.624	15:0 iso	22.51
8.146	6 050	0.035	0.955	14.713	15:0 anteiso	3.92
8.592	343	0.027	—	15.005	15:0	—
9.223	2 102	0.036	0.955	15.388	16:1 ω7c alcohol	1.36
9.381	1 196	0.031	0.955	15.483	Sum In Feature 2	0.78
9.617	10 514	0.045	0.955	15.626	16:0 iso	6.82
9.834	2 759	0.032	0.956	15.758	16:1 ω11c	1.79
9.998	10 759	0.041	0.956	15.857	Sum In Feature 3	6.98
10.233	15 460	0.039	0.957	16.000	16:0	10.04
10.605	705	0.038	0.958	16.217	15:0 2OH	0.46
10.900	10 532	0.039	0.960	16.389	17:1 iso ω10c	6.86
11.303	3 111	0.045	0.960	16.465	17:1 iso ω5c	2.03
11.160	835	0.035	0.961	16.540	17:1 anteiso A	0.54
11.316	16 879	0.041	0.961	16.631	17:0 iso	11.01
11.471	4 070	0.044	0.962	16.723	17:0 anteiso	2.66
13.214	218	0.022	0.973	17.723	Sum In Feature 5	0.14
13.698	1 209	0.037	0.977	17.999	18:0	0.80
16.254	559	0.039	—	19.472		—
16.660	1 527	0.045	—	19.707		—
18.299	1 814	0.037	—	20.658		—
	1 196	—	—	—	Summed Feature 2	0.78
	—	—	—	—		—
	10 759	—	—	—	Summed Feature 3	6.98
	218	—	—	—	Summed Feature 5	0.14

13. 短小芽胞杆菌的脂肪酸组成

表 4-18 展示了短小芽胞杆菌（*Bacillus pumilus*）的主要脂肪酸，包括 anteiso-$C_{15:0}$（9.08%）、iso-$C_{15:0}$（46.24%）、anteiso-$C_{17:0}$（4.79%）、iso-$C_{17:0}$（7.13%）。

14. 简单芽胞杆菌的脂肪酸组成

表 4-19 展示了简单芽胞杆菌（*Bacillus simplex*）的主要脂肪酸，包括 anteiso-$C_{15:0}$（54.97%）、iso-$C_{15:0}$（10.47%）、iso-$C_{16:0}$（3.67%）。

表 4-18　短小芽胞杆菌（***Bacillus pumilus***）的脂肪酸组成

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
1.546	36 969	0.013	—	6.963		—
1.576	4.939×10^8	0.026	—	7.023	SOLVENT PEAK	—
1.677	9 957	0.022	—	7.228		—
1.932	958	0.057	—	7.743		—
2.122	1 532	0.021	—	8.128		—
2.209	241	0.022	—	8.304		—
5.328	2 957	0.029	0.993	12.612	13:0 iso	0.78
5.433	514	0.027	0.991	12.704	13:0 anteiso	0.13
6.605	7 656	0.033	0.973	13.618	14:0 iso	1.97
7.122	2 776	0.034	0.968	13.999	14:0	0.71
8.077	181 870	0.036	0.962	14.625	15:0 iso	46.24
8.214	114 436	0.035	0.961	14.714	15:0 anteiso	29.08
8.652	1 784	0.036	—	15.001	15:0	—
9.291	1 852	0.038	0.957	15.387	16:1 ω7c alco hol	0.47
9.687	16 170	0.038	0.956	15.627	16:0 iso	4.09
9.901	1 564	0.035	0.956	15.756	16:1 ω11c	0.40
10.304	12 025	0.040	0.956	16.000	16:0	3.04
10.972	3 135	0.041	0.956	16.388	17:1 iso ω10c	0.79
11.129	798	0.037	0.956	16.480	Sum In Feature 4	0.20
11.388	28 184	0.040	0.956	16.630	17:0 iso	7.13
11.547	18 941	0.040	0.956	16.722	17:0 anteiso	4.79
13.777	715	0.035	0.962	18.000	18:0	0.18
18.131	497	0.038	—	20.514		—
18.275	273	0.031	—	20.598		—
—	798	—	—	—	Summed Feature 4	0.20

表 4-19　简单芽胞杆菌（***Bacillus simplex***）的脂肪酸组成

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
1.576	4.922×10^8	0.023	—	7.022	SOLVENT PEAK	—
1.674	5 368	0.024	—	7.222		—
1.934	836	0.036	—	7.747		—
2.121	1 868	0.022	—	8.127		—
2.208	492	0.029	—	8.303		—
2.459	655	0.030	—	8.811		—
4.548	75	0.007	—	11.909		—
4.630	192	0.016	1.009	11.999	12:0	—
5.429	1 175	0.029	0.991	12.702	13:0 anteiso	0.32
6.606	18 600	0.032	0.973	13.619	14:0 iso	4.91
6.806	438	0.031	—	13.766		—

续表

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
7.122	10 576	0.035	0.968	13.999	14:0	2.78
7.297	245	0.018	0.967	14.114	13:0 iso 3OH	0.06
7.766	1 555	0.070	0.963	14.421	15:1 iso F	0.41
7.923	329	0.035	0.962	14.524	15:1 anteiso A	0.09
8.075	40 152	0.035	0.962	14.623	15:0 iso	10.47
8.215	210 997	0.036	0.961	14.715	15:0 anteiso	54.97
8.651	4 481	0.039	—	15.000	15:0	—
9.292	4 705	0.038	0.957	15.387	16:1 ω7c alcohol	1.22
9.688	14 163	0.038	0.956	15.627	16:0 iso	3.67
9.904	11 921	0.039	0.956	15.757	16:1 ω11c	3.09
10.000	910	0.034	0.956	15.816	Sum In Feature 3	0.24
10.158	513	0.032	0.956	15.911	16:1 ω5c	0.13
10.303	38 977	0.039	0.956	15.999	16:0	10.10
10.972	862	0.032	0.956	16.388	17:1 iso ω10c	0.22
11.044	747	0.033	0.956	16.430	Sum In Feature 9	0.19
11.125	1 836	0.037	0.956	16.477	Sum In Feature 4	0.48
11.389	4 163	0.040	0.956	16.630	17:0 iso	1.08
11.547	10 077	0.040	0.956	16.722	17:0 anteiso	2.61
11.829	521	0.033	0.957	16.886	17:0 cyclo	0.14
12.028	537	0.029	0.957	17.002	17:0	0.14
13.129	479	0.033	0.960	17.631	18:0 iso	0.12
13.290	1 728	0.040	0.960	17.723	Sum In Feature 5	0.45
13..72	2 660	0.041	0.961	17.770	18:1 ω9c	0.69
13.467	1 654	0.039	0.961	17.824	Sum In Feature 8	0.43
13.775	2 818	0.038	0.962	18.000	18:0	0.74
15.348	952	0.042	0.968	18.904	19:0 cyclo ω8c	0.25
16.737	782	0.038	—	19.706		—
18.258	1 132	0.035	—	20.647		—
—	910	—	—	—	Summed Feature 3	0.24
—	1 836	—	—	—	Summed Feature 4	0.48
—	1 728	—	—	—	Summed Feature 5	0.45
—	1 654	—	—	—	Summed Feature 8	0.43
—	747	—	—	—	Summed Feature 9	0.19

15. 枯草芽胞杆菌的脂肪酸组成

表 4-20 展示了枯草芽胞杆菌（*Bacillus subtilis*）的主要脂肪酸，包括 anteiso-$C_{15:0}$（38.04%）、iso-$C_{15:0}$（19%）、anteiso-$C_{17:0}$（13.27%）、iso-$C_{17:0}$（12.61%）。

表 4-20 枯草芽胞杆菌（*Bacillus subtilis*）的脂肪酸组成

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
1.546	40 905	0.013	—	6.974		—
1.576	4.871×10^{8}	0.027	—	7.035	SOLVENT PEAK	—
1.675	5 389	0.022	—	7.236		—
1.934	978	0.056	—	7.760		—
2.121	1 829	0.022	—	8.138		—
2.207	576	0.038	—	8.312		—
4.625	214	0.025	1.009	11.998	12:0	0.11
5.328	339	0.026	0.993	12.618	13:0 iso	0.17
6.605	2 504	0.032	0.973	13.622	14:0 iso	1.25
7.109	1 536	0.045	0.968	13.993	14:0	0.76
7.182	962	0.048	—	14.042		—
7.291	753	0.038	0.967	14.113	13:0 iso 3OH	0.37
7.385	407	0.039	—	14.174		—
7.766	1 529	0.058	0.963	14.423	15:1 iso F	0.76
7.842	370	0.034	0.963	14.473	Sum In Feature 1	0.18
7.922	258	0.032	0.962	14.525	15:1 anteiso A	0.13
8.074	38 528	0.036	0.962	14.625	15:0 iso	19.00
8.213	77 203	0.037	0.961	14.715	15:0 anteiso	38.04
8.652	513	0.031	—	15.002	15:0	—
9.294	841	0.038	0.957	15.390	16:1 ω7c alcohol	0.41
9.687	9 288	0.038	0.956	15.627	16:0 iso	4.56
9.905	1 347	0.032	0.956	15.759	16:1 ω11c	0.66
10.303	10 869	0.037	0.956	16.000	16:0	5.33
10.973	2 061	0.038	0.956	16.389	17:1 iso ω10c	1.01
11.122	1 284	0.035	0.956	16.475	Sum In Feature 4	0.63
11.389	25 721	0.040	0.956	16.631	17:0 iso	12.61
11.547	27 042	0.042	0.956	16.722	17:0 anteiso	13.27
13.777	1 506	0.039	0.962	18.000	18:0	0.74
15.024	837	0.042	—	18.716		—
16.738	1 314	0.040	—	19.703		—
18.357	1 994	0.034	—	20.641		—
—	370	—	—	—	Summed Feature 1	0.18
—	1 284	—	—	—	Summed Feature 4	0.63

16. 解硫胺素芽胞杆菌的脂肪酸组成

表 4-21 展示了解硫胺素芽胞杆菌（*Bacillus thiaminolyticus*）的主要脂肪酸，包括 anteiso-$C_{15:0}$（43.6%）、iso-$C_{15:0}$（5.86%）、iso-$C_{16:0}$（6.35%）、anteiso-$C_{17:0}$（14.2%）。

表 4-21　解硫胺素芽胞杆菌（*Bacillus thiaminolyticus*）的脂肪酸组成

保留时间（RT）	峰值（Response）	面积峰高比（Ar/Ht）	因子相关系数（RFact）	相对长链度（ECL）	脂肪酸名	峰值百分比/%
1.539	227 266	0.015	—	6.964		—
1.568	5.245×10^{8}	0.026	—	7.024	SOLVENT PEAK	—
1.924	1 101	0.036	—	7.748		—
2.112	3 814	0.021	—	8.133		—
2.432	336	0.022	—	8.782		—
3.032	219	0.022	1.098	10.000	10:0	0.08
4.614	1 022	0.025	1.011	11.999	12:0	0.35
5.313	248	0.026	0.993	12.615	13:0 iso	0.08
5.412	421	0.026	0.991	12.703	13:0 anteiso	0.14
6.585	3 200	0.032	0.971	13.618	14:0 iso	1.06
7.100	6 960	0.032	0.965	13.999	14:0	2.29
8.052	17 915	0.036	0.958	14.622	15:0 iso	5.86
8.191	133 516	0.036	0.957	14.714	15:0 anteiso	43.60
8.628	3 463	0.036	—	15.000	15:0	—
9.266	1 429	0.036	0.952	15.387	16:1 ω7c alcohol	0.46
9.663	19 558	0.037	0.951	15.627	16:0 iso	6.35
9.879	10 820	0.039	0.951	15.758	16:1 ω11c	3.51
10.278	44 843	0.039	0.951	16.000	16:0	14.55
10.945	2 305	0.037	0.951	16.388	17:1 iso ω10c	0.75
11.100	3 929	0.040	0.951	16.478	Sum In Feature 4	1.28
11.363	13 686	0.041	0.951	16.631	17:0 iso	4.44
11.522	43 734	0.041	0.951	16.724	17:0 anteiso	14.20
12.000	1 235	0.035	0.952	17.002	17:0	0.40
13.100	405	0.029	0.956	17.630	18:0 iso	0.13
13.346	317	0.034	0.957	17.770	18:1 ω9c	0.10
13.749	1 055	0.033	0.959	18.000	18:0	0.35
17.424	2 597	0.094	—	20.120		—
18.336	526	0.035	—	20.650		—
—	3 929	—	—	—	Summed Feature 4	1.28

四、芽胞杆菌脂肪酸特性分析

1. 芽胞杆菌主要脂肪酸生物标记分布

供试的 49 种芽胞杆菌菌种脂肪酸分布情况见表 4-22 和表 4-23，共检测到 20 种脂肪酸。其中脂肪酸 $C_{14:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{17:0}$在所有的芽胞杆菌中都存在。脂肪酸 $C_{14:0}$ 含量在 0.15%～10.7%，脂肪酸 anteiso-$C_{15:0}$ 含量在 4.32%～69.43%，脂肪酸 iso-$C_{15:0}$ 含量在 2.67%～58.64%，脂肪酸 $C_{16:0}$ 的含量在 1.77%～30.44%，脂肪酸 iso-$C_{17:0}$ 含量在 0.58%～14.3%。各菌株三种脂肪酸之和占总脂肪酸含量的 60%以上，为

表 4-22　供试芽胞杆菌 C_{10}～C_{15} 脂肪酸生物标记

芽胞杆菌菌种名 \ 脂肪酸百分含量/% \ 脂肪酸编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bacillus amyloliquefaciens	0.00	0.30	0.00	0.16	0.49	1.45	1.14	1.26	33.79	20.91
Bacillus atrophaeus	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	1.77	0.15	0.89	48.83	12.23
Bacillus azotoformans	0.26	0.33	0.52	0.5	0.00	1.46	0.85	2.76	56.64	14.92
Bacillus badius	0.00	0.12	0.00	0.09	0.00	5.22	2.77	1.57	11.04	45.33
Bacillus benzoevorans	0.00	0.00	0.14	0.22	0.00	1.87	0.57	1.48	37.76	25.11
Bacillus centrosporus	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	3.47	69.43	9.17
Bacillus cereus	0.00	0.71	2.07	13.5	0.00	1.69	3.60	4.79	4.53	34.52
Bacillus circulans	0.10	0.12	0.15	0.24	0.00	0.33	5.92	3.18	42.36	12.26
Bacillus clausii	0.28	0.37	0.00	0.22	0.00	0.00	1.98	1.54	15.65	32.77
Bacillus coagnlan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.09	0.83	59.07	5.90
Bacillus firmus	0.00	0.00	0.35	0.21	0.00	1.51	0.57	1.88	40.01	19.54
Bacillus flexus	0.00	0.14	0.00	0.11	0.49	3.92	2.01	3.67	25.43	24.41
Bacillus fusiformis	0.00	0.08	0.00	0.07	0.00	5.77	0.41	1.28	7.52	58.64
Bacillus insolitus	0.00	0.68	3.67	8.95	0.00	0.00	2.88	2.63	3.49	20.01
Bacillus kaustophilus	0.00	0.25	1.04	2.48	0.00	0.00	1.15	2.49	30.32	20.71
Bacillus laevolacticus	0.10	0.21	1.71	1.81	0.49	0.54	1.35	1.56	49.03	17.68
Bacillus lentus	0.00	0.21	0.65	4.95	0.16	2.03	2.04	4.63	4.91	27.65
Bacillus licheniformis	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	2.33	0.67	2.00	21.29	35.60
Bacillus marinus	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	1.59	1.87	61.97	5.81
Bacillus massiliensis	0.00	0.19	0.00	0.15	0.21	0.29	0.85	2.53	9.48	54.89
Bacillus megaterium	0.00	0.00	0.17	0.63	0.00	0.16	1.33	9.42	42.31	32.90
Bacillus mycoides	0.00	0.68	2.79	15.2	0.00	4.85	3.39	3.86	4.32	26.76
Bacillus pasteurii	0.00	0.00	0.00	0.30	0.65	0.00	1.27	2.31	39.02	24.85
Bacillus psychrophilus	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	4.31	6.56	40.41	23.00
Bacillus psychrosaccharolyticus	0.00	0.37	0.38	0.50	0.00	0.99	0.93	2.61	54.23	18.90
Bacillus pumilus	0.00	0.00	0.13	0.78	0.00	0.79	0.71	1.97	29.08	46.24
Bacillus schlegelii	0.00	8.65	13.90	14.3	0.00	0.00	5.44	0.00	0.00	2.67
Bacillus simplex	0.00	0.00	0.32	0.00	0.06	0.22	2.78	4.91	54.97	10.47
Bacillus smithii	0.16	7.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00
Bacillus sphaericus	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.24	2.44	46.12	7.02
Bacillus subtilis	0.00	0.11	0.00	0.17	0.37	1.01	0.76	1.25	38.04	19.00
Bacillus glucosidasius	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00	0.41	0.80	1.57	26.16	52.93
Bacillus thiaminolyticus	0.08	0.35	0.14	0.08	0.00	0.75	2.29	1.06	43.60	5.86
Bacillus mojavensis	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	2.03	0.29	0.90	44.24	16.76
Bacillus endophyticus	0.00	0.00	0.51	0.49	0.00	0.00	3.65	8.57	38.55	21.71
Bacillus funiculus	0.15	0.39	0.48	1.58	0.00	0.00	4.84	3.85	34.47	32.93
Bacillus alcalophilus	0.00	0.27	0.00	0.32	0.00	2.25	0.82	0.58	30.69	31.90
Bacillus clarkii	0.05	0.07	0.11	0.07	0.00	0.00	0.83	4.18	40.18	16.28
Bacillus cohnii	0.30	0.45	0.16	0.16	0.21	6.95	1.22	2.24	23.44	38.11
Bacillus gibsonii	1.06	0.43	0.32	0.63	0.71	0.00	3.14	9.41	41.71	22.14
Bacillus halodurans	0.17	0.20	0.00	0.22	0.00	0.00	0.91	1.29	26.97	31.65
Bacillus altitudinis	0.00	0.08	0.05	0.46	0.00	0.17	0.61	1.85	27.49	54.00
Bacillus arsenicus	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	1.54	0.80	4.78	17.16	35.03
Bacillus farraginis	0.00	0.47	0.00	0.00	0.00	0.59	1.00	1.23	28.16	34.75
Bacillus foraminis	0.00	0.42	0.00	0.60	0.00	0.00	10.07	5.89	14.01	11.83
Bacillus fordii	0.16	0.44	0.00	0.00	0.00	2.19	1.17	2.10	21.24	32.28
Bacillus fortis	0.00	0.26	0.00	0.00	0.31	0.00	1.53	0.91	27.49	31.09
Bacillus galactosidilyticus	0.36	0.26	0.23	0.41	0.00	0.00	5.85	3.31	30.01	15.86
Bacillus hemicellulosilyticus	0.74	0.69	0.32	0.50	0.00	0.00	2.16	0.88	42.45	20.13

注：1 代表脂肪酸 $C_{10:0}$，2 代表脂肪酸 iso-$C_{12:0}$，3 代表脂肪酸 anteiso-$C_{13:0}$，4 代表脂肪酸 iso-$C_{13:0}$，5 代表脂肪酸 iso-$C_{13:0}$ 3OH，6 代表脂肪酸 iso-$C_{17:1}$ ω10c，7 代表脂肪酸 $C_{14:0}$，8 代表脂肪酸 iso-$C_{14:0}$，9 代表脂肪酸 anteiso-$C_{15:0}$，10 代表脂肪酸 iso-$C_{15:0}$

表 4-23　供试芽胞杆菌 C_{16}～C_{18} 脂肪酸生物标记

脂肪酸编号 / 脂肪酸百分含量/% / 芽胞杆菌菌种名	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Bacillus amyl oliequfaciens	6.58	3.89	0.69	0.56	0.00	9.92	9.00	2.79	0.00	0.67
Bacillus atrophaeus	1.94	3.36	0.80	1.00	0.00	19.45	6.47	0.27	0.00	0.00
Bacillus azotoformans	2.08	3.97	1.84	5.72	0.00	2.95	1.14	0.34	0.00	0.00
Bacillus badius	4.13	4.76	6.67	4.02	0.00	4.45	2.05	0.40	0.00	0.00
Bacillus benzoevorans	3.65	4.16	0.96	0.80	0.00	10.82	9.95	0.84	0.00	0.00
Bacillus centrosporus	4.46	4.12	0.00	1.73	0.00	4.97	0.00	1.12	0.00	0.00
Bacillus cereus	3.84	4.31	0.00	0.48	0.00	1.44	6.95	0.00	0.00	0.00
Bacillus circulans	7.88	5.33	1.92	1.13	0.17	11.84	2.07	2.71	0.06	0.33
Bacillus clausii	17.23	2.98	1.78	0.39	0.56	8.60	14.50	1.15	0.00	0.00
Bacillus coagnlan	4.48	2.49	0.00	0.00	0.00	23.57	0.68	0.89	0.00	0.00
Bacillus firmus	6.32	5.02	0.66	0.81	0.00	13.26	9.47	0.66	0.00	0.00
Bacillus flexus	1.77	1.83	4.39	3.18	0.31	5.12	3.08	5.65	0.23	0.70
Bacillus fusiformis	3.57	7.02	2.42	10.10	0.00	1.62	3.87	0.46	0.00	0.13
Bacillus insolitus	7.28	7.08	0.00	0.00	0.32	2.74	13.58	0.68	0.38	0.00
Bacillus kaustophilus	5.00	5.02	0.00	0.00	0.00	7.11	8.39	3.57	0.66	0.00
Bacillus laevolacticus	3.50	4.50	0.50	1.16	0.15	4.18	1.98	2.59	0.00	0.45
Bacillus lentus	10.72	10.60	0.18	0.86	0.22	3.20	12.24	1.03	0.23	0.00
Bacillus licheniformis	7.47	2.52	1.92	1.61	0.17	7.45	11.18	0.81	0.20	0.12
Bacillus marinus	6.56	7.06	0.00	0.00	0.00	8.19	0.52	0.12	0.00	0.00
Bacillus massilienis	14.10	3.90	0.71	2.49	0.00	4.10	5.30	1.01	0.00	0.00
Bacillus megaterium	2.40	5.14	0.85	0.78	0.00	2.90	1.23	0.37	0.00	0.00
Bacillus mycoides	6.14	6.73	1.99	1.77	0.00	1.88	8.23	0.84	0.00	0.00
Bacillus pasteurii	4.98	9.32	0.00	0.00	0.00	9.67	9.61	1.19	0.00	0.00
Bacillus psychrophilus	7.75	8.61	0.00	0.00	0.00	1.84	1.46	2.02	0.00	0.00
Bacillus psycrosaccharolyticus	4.65	6.73	0.96	3.19	0.00	3.58	1.62	1.02	0.00	0.00
Bacillus pumilus	4.09	6.10	0.40	0.47	0.00	4.79	7.13	0.18	0.00	0.00
Bacillus schlegelii	8.46	0.00	0.00	0.00	1.63	0.00	2.98	7.94	0.00	0.00
Bacillus simplex	3.67	9.10	3.09	1.22	0.14	2.61	1.08	0.74	0.12	0.69
Bacillus smithii	6.82	0.40	0.00	0.00	2.13	0.00	0.11	2.78	0.00	34.40
Bacillus sphaericus	1.14	10.40	0.00	0.00	0.00	12.1	2.94	8.30	1.04	0.00
Bacillus subtilis	4.56	6.59	0.66	0.41	0.00	13.27	12.61	0.74	0.00	0.00
Bacillus thermoglucosidasius	3.42	3.42	0.22	0.17	0.00	4.27	6.25	0.29	0.00	0.00
Bacillus thiaminolyticus	6.35	6.35	3.51	0.46	0.40	14.20	4.44	0.35	0.13	0.10
Bacillus mojavensis	3.48	3.89	1.14	0.39	0.00	16.50	7.79	0.39	0.00	0.00
Bacillus endophyticus	8.40	7.30	1.81	0.76	0.00	6.37	1.43	0.46	0.00	0.00
Bacillus funiculus	9.68	2.01	0.56	0.00	0.23	0.70	1.15	0.78	0.00	0.00
Bacillus alcalophilus	7.25	1.60	1.85	0.00	0.20	12.11	7.95	1.14	0.00	0.00
Bacillus clarkii	2.21	6.46	0.00	0.00	0.00	9.62	4.04	0.19	0.11	0.00
Bacillus cohnii	3.52	4.64	4.01	1.13	0.00	6.29	3.25	0.76	0.00	0.61
Bacillus gibsonii	8.18	6.80	0.00	0.00	0.00	3.46	2.02	0.00	0.00	0.00
Bacillus halodurans	6.53	5.02	0.00	0.00	0.00	15.77	10.83	0.46	0.00	0.00
Bacillus altitudinis	1.86	3.86	0.08	0.10	0.00	3.97	4.64	0.27	0.00	0.06
Bacillus arsenicus	6.76	7.22	4.72	4.61	0.23	3.77	4.55	0.46	0.29	0.00
Bacillus farraginis	3.76	3.40	1.31	2.64	0.00	16.08	4.33	1.03	0.00	0.00
Bacillus foraminis	25.41	1.79	15.69	0.00	1.42	1.40	0.56	5.69	0.00	2.94
Bacillus fordii	4.52	6.21	3.22	3.32	0.00	12.03	7.94	1.52	0.00	0.00
Bacillus fortis	6.41	3.49	1.78	0.74	0.35	14.09	5.15	3.21	0.00	0.50
Bacillus galactosidilyticus	30.44	3.19	0.09	0.00	0.47	6.85	1.66	1.03	0.00	0.00
Bacillus hemicellulosilyticus	10.94	2.85	0.45	0.25	0.52	11.67	3.98	1.46	0.00	0.00

注：11 代表脂肪酸 $C_{16:0}$，12 代表脂肪酸 iso-$C_{16:0}$，13 代表脂肪酸 $C_{16:1\omega11c}$，14 代表脂肪酸 $C_{16:1\omega7c}$ ALCOHOL，15 代表脂肪酸 $C_{17:0}$，16 代表脂肪酸 anteiso-$C_{17:0}$，17 代表脂肪酸 iso-$C_{17:0}$，18 代表脂肪酸 anteiso-$C_{18:0}$，19 代表脂肪酸 iso-$C_{18:0}$，20 代表脂肪酸 $C_{18:1\omega9c}$

主要脂肪酸。脂肪酸 iso-$C_{14:0}$ 在 47 个菌株中检测到，其含量在 0～9.42%；脂肪酸 iso-$C_{16:0}$ 在 48 个菌株中检测到，其含量在 0～10.6%；脂肪酸 anteiso-$C_{17:0}$ 在 47 个菌株中检测到，其含量在 0～23.57%；脂肪酸 iso-$C_{17:1}$ω10c 在 29 个菌株中检测到，其含量在 0～6.95%；脂肪酸 $C_{18:0}$ 在 47 个菌株中检测到，其含量在 0～7.94%。

2. 芽胞杆菌主要脂肪酸聚类分析

当欧氏距离为 22.51 时根据脂肪酸聚类图 4-3 将芽胞杆菌分为五大聚类。

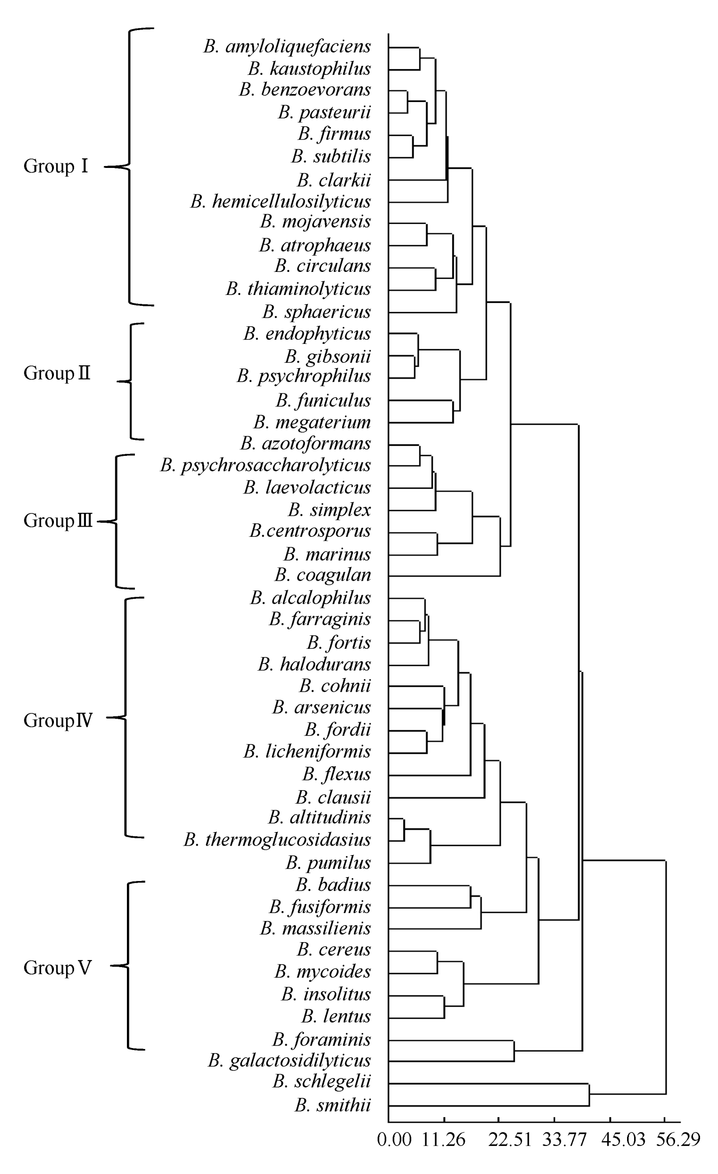


图 4-3　芽胞杆菌脂肪酸生物标记聚类分析

Group I 包括解淀粉芽胞杆菌（*B. amyloliquefaciens*）FJAT-8754，嗜酷热芽胞杆菌（*B. kaustophilus*）FJAT-8768，食苯芽胞杆菌（*B. benzoevorans*）FJAT-8758，巴斯德氏芽胞

杆菌（*B. pasteurii*）FJAT-8776，坚强芽胞杆菌（*B. firmus*）FJAT-8764，枯草芽胞杆菌（*B. subtilis*）FJAT-8784，克氏芽胞杆菌（*B. clarkii*）FJAT-10016，莫哈维沙漠芽胞杆菌（*B. mojavensis*）FJAT-10005，深褐芽胞杆菌（*B. atrophaeus*）FJAT-8755，环状芽胞杆菌（*B. circulans*）FJAT-8761，解硫胺素芽胞杆菌（*B. thiaminolyticus*）FJAT-8786，球形芽胞杆菌（*B. sphaericu*s）FJAT-8783。

Group II 包括芽胞杆菌（*B. endophyticu*s）FJAT-10010，吉氏芽胞杆菌（*B. gibsonii*）FJAT-10019，嗜冷芽胞杆菌（*B. psychrophilus*）FJAT-8777，*B. funiculus* FJAT-10012，巨大芽胞杆菌（*B. megaterium*）FJAT-8774，产氮芽胞杆菌（*B. azotoformans*）FJAT-8756。

Group III 包括嗜冷芽胞杆菌（*B. psychrosaccharolyticus*）FJAT-8777，左乳酸芽胞杆菌（*B. laevolacticus*）FJAT-8769，简单芽胞杆菌（*B. simplex*）FJAT-8781，中胞芽胞杆菌（*B. centrosporus*）FJAT-8759，海洋芽胞杆菌（*B. marinus*）FJAT-8772，凝结芽胞杆菌（*B. coagulans*）FJAT- 8763。

Group IV 包括嗜碱芽胞杆菌（*B. alcalophilus*）FJAT-10014，强壮芽胞杆菌（*B. fortis*）FJAT-10033，耐盐芽胞杆菌（*B. halodurans*）FJAT-10024，科氏芽胞杆菌（*B. cohnii*）FJAT-10017，砷芽胞杆菌（*B. arsenicus*）FJAT-10027，福氏芽胞杆菌（*B. fordii*）FJAT-10032，地衣芽胞杆菌（*B. licheniformis*）FJAT-8771，弯曲芽胞杆菌（*B. flexus*）FJAT- 8765，克劳氏芽胞杆菌（*B. clausii*）FJAT-8762，高地芽胞杆菌（*B. altitudinis*）FJAT-10025，短小芽胞杆菌（*B. pumilus*）FJAT-8779。

Group V 包括栗褐芽胞杆菌（*B. badius*）FJAT-8757，梭形芽胞杆菌（*B. fusiformis*）FJA8766，马赛芽胞杆菌（*B. massilienis*）FJAT-8773，蜡样芽胞杆菌（*B. cereus*）FJAT-8760，蕈状芽胞杆菌（*B. mycoides*）FJAT-8775，奇特芽胞杆菌（*B. insolitus*）FJAT-8767，缓慢芽胞杆菌（*B. lentus*）FJAT-8770，小孔芽胞杆菌（*B. foraminis*）FJAT-10031，解半乳糖苷芽胞杆菌（*B. galactosidilyticus*）FJAT-10034，施氏芽胞杆菌（*B. schlegelii*）FJAT-8780，史氏芽胞杆菌（*B. smithii*）FJAT-8782。

五、讨论

1. 脂肪酸分类有效性

随着分子分类法和化学分类法的结合，有很多属相继从芽胞杆菌属中分化出来。脂肪酸鉴定分析法已成为芽胞杆菌分类的一种新手段，通过脂肪酸方法可以将菌株快速鉴定到种，在实际中已广泛应用。脂肪酸是脂质双分子层或脂多糖的组成部分，是微生物细胞中重要组分之一。脂肪酸对于不同生物有不同的指纹特征，是细菌分类的重要指标和依据。

2. 脂肪酸分类稳定性

FAME 图谱分析已经被许多公司用于细菌鉴定。细菌脂肪酸的成分是十分保守的，当所用的培养、提取、检测条件是标准化时，检测的成分是稳定的。超过 300 多种脂肪酸已经在细菌中发现。链的不同、双键的位置、连接的功能团是脂肪酸作为分类学研究的主要标志（Dawyndt et al.，2006）。FAME 图谱分析具有便宜、快速、自动化、高通

量特点，成为一种常规方法。细菌种类通过与已有的确定的脂肪酸图谱库对比得以鉴定；FAME 图谱细菌鉴定技术可以通过机器学习技术的应用得到大大提高（Slabbinck et al.，2009）。尽管如此，大量关于用脂肪酸图谱分析鉴别细菌的研究表明脂肪酸图谱并不能对所有的细菌进行准确鉴定。

3. 脂肪酸分类保守性

研究用微生物自动化鉴定系统（Sherlock MIS）对芽胞杆菌菌株鉴定与分析，每个芽胞杆菌脂肪酸组成中均有 iso-$C_{15:0}$，另外 $C_{14:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{17:0}$ 也存在于大部分芽胞杆菌中，通过脂肪酸生物标记聚类分析将芽胞杆菌分为五大类，与 16S rRNA 聚类分组比较，16S rRNA 聚类分组中蜡样芽胞杆菌（*B. cereus*）、蕈状芽胞杆菌（*B. mycoides*）、苏云金芽胞杆菌（*B. thuringiensis*）同源性在 98%以上，在脂肪酸聚类分组中同属于 Group V，脂肪酸组成成分相似。另外，16S rRNA 聚类分组中的简单芽胞杆菌（*B. simplex*）与冷解糖芽胞杆菌（*B. psychrosaccharolyticus*）同源性 100%，在脂肪酸聚类分组中同属于 Group III。其他在 16S rRNA 聚类分组中相近的菌株在脂肪酸聚类中也有较高的同源性。研究对若干需氧芽胞杆菌的脂肪酸组成进行了系统分析，并探讨了其在分类学上的意义，为需氧芽胞杆菌的分类学研究提供了新的资料。

第五章　芽胞杆菌的系统发育

第一节　基于脂肪酸生物标记芽胞杆菌的系统发育

一、概述

1. 芽胞杆菌分布多样性

芽胞杆菌属（*Bacillus*）属于细菌界（Bacteria），厚壁菌门（Firmicutes），芽胞杆菌纲（Bacilli），芽胞杆菌目（Bacillales），芽胞杆菌科（Bacillaceae）。芽胞杆菌属的种类广泛地分布在各种环境中，如南极（Timmery et al.，2011）、火山（Kim et al.，2011a）、沙漠（Koberl et al.，2011；Palmisano et al.，2001）、深海（Gartner et al.，2011）、温泉（Yazdani et al.，2009）、矿藏（Valverde et al.，2011）等，常有芽胞杆菌的踪迹。由于芽胞杆菌产芽胞的特性，适合于工业菌剂的生产，许多芽胞杆菌种类在工业、医学和商业上都具有重要的应用价值（车建美等，2010，2011；Liu et al.，2009，2006）。研究它们的系统发育对其更好地应用到实践中具有重要的意义。

2. 分子分类与生物学特性异质性

根据 LPSN 统计，芽胞杆菌属共有 180 种。芽胞杆菌的系统发育分析方法主要是以 16S rRNA 序列同源性为依据，当两个芽胞杆菌的 16S rRNA 序列同源性小于 97%、DNA-DNA 同源性小于 70%，则认定为不同的种（Stackebrandt and Goebel，1994；Stackebrandt et al.，2002；Wayne et al.，1987）。虽然 16S rRNA 序列分类具有相当高的稳定性，但是芽胞杆菌属的有些种间亲缘关系极其相近，难以利用 16S rRNA 区分开。同时，16S rRNA 分类与芽胞杆菌的生物学特征联系较少，许多嗜温、嗜酸、嗜碱、嗜盐的芽胞杆菌分为一类。作者利用脂肪酸进行芽胞杆菌分群，试图弥补以上缺陷。芽胞杆菌的脂肪酸检测与系统发育分析操作简单，不仅可以反映芽胞杆菌属种间的亲缘关系，还具有生物学意义。脂肪酸是细胞生物膜的重要组成物质，与芽胞杆菌细胞识别、种类特异性和细胞免疫等有密切关系；脂肪酸是遗传特性的表征物质，具有芽胞杆菌种属遗传稳定性。此外，脂肪酸还具有结构多样性，可以敏感地表征芽胞杆菌的生物学特异性，是特别有效的分类生物标记（刘波，2010；蓝江林等，2010；刘志辉等，2005）。

3. 脂肪酸分类与生物学同质性

细菌脂肪酸分为饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸两大类，如 iso-$C_{15:0}$ 等为饱和脂肪酸，iso-$C_{17:1\omega5c}$ 等为不饱和脂肪酸。芽胞杆菌属的脂肪酸大多为支链饱和脂肪酸，支链饱和脂肪酸含有一个甲基，当甲基位于倒数第二位置时该脂肪酸称为 iso，位于倒数第三位置时称为 anteiso。芽胞杆菌属只有少数种产生不饱和脂肪酸，如炭疽芽胞杆菌、蜡样芽胞杆

菌及苏云金芽胞杆菌等产生 iso-$C_{17:1\omega5c}$。Saito（1960）报道 iso-$C_{15:0}$和 anteiso-$C_{15:0}$是芽胞杆菌的主要脂肪酸类型。研究表明气相色谱（GLC）得出的细胞脂肪酸可以成功地鉴定细菌，且细菌脂肪酸碳原子数为 9～20。Kaneda（1977）利用脂肪酸将 22 株芽胞杆菌分为 6 个群，这些菌都含有 iso 和 anteiso 饱和支链脂肪酸。刘波（2011）在《微生物脂肪酸生态学》著作中，利用脂肪酸分析了 61 个细菌属的 4800 多个菌株，将常见细菌属分为 4 个脂肪酸型，芽胞杆菌划分在细菌脂肪酸 IV 型内，发现了支链脂肪酸在细菌进化史上起着重要的作用。同时，比较了芽胞杆菌脂肪酸鉴定与 16S rRNA 序列鉴定的相关性大于 98%（刘波，2011；刘国红等，2012），但在系统发育树的结构上具有较大的差异。

4. 脂肪酸分类的自动化

细菌脂肪酸的气相色谱检测是一种便宜、快速、简便的方法，自动化程度很高。该技术已被大多数实验室用于细菌的日常鉴定，如脂肪酸微生物鉴定系统［Sherlock Microbial Identification System（MIS，Microbial ID，Inc. MIDI），Newark，Delaware，USA］，含有 1500 多种需氧菌和 800 多种厌氧菌，其中含有芽胞杆菌属 25 个种。从质上来讲，芽胞杆菌脂肪酸生物标记为 DNA 表达产物，具有高度遗传保守性。从量上来讲，尽管微生物脂肪酸含量的变化可以反映生长环境的瞬时变化产生很大的变异，芽胞杆菌脂肪酸的检测结果仍是十分精确的（王秋红等，2007；朱育菁等，2009）。目前，已发现细菌细胞中含有 300 多种脂肪酸生物标记，它们的碳链长度、双键位置和功能团等不同，这些特性使得脂肪酸成为一种有用的分类标记（刘波，2011；陶天申等，2007；Dawyndt et al.，2006）。尽管芽胞杆菌种类脂肪酸鉴定研究有了较大的进展，利用脂肪酸进行芽胞杆菌系统发育研究未见报道。

5. 芽胞杆菌脂肪酸分群尝试

鉴于此，选择了芽胞杆菌属的 90 个种类（其中 3 个亚种）进行脂肪酸生物标记测定，分析脂肪酸生物标记在芽胞杆菌中的分布特性，构建芽胞杆菌系统发育分析的脂肪酸参数统计指标，进行芽胞杆菌属种类的脂肪酸系统发育聚类分析，并对聚类结果划分的脂肪酸群的生物学特性进行比较，评估该体系在芽胞杆菌系统发育中的作用。研究结果小结如下。

二、研究方法

1. 试验材料

供试菌株：选取 90 种芽胞杆菌的模式菌株为研究对象，具体见表 5-1。菌株均在 TSB 培养基上 28℃培养 24 h。

试剂与仪器：TSBA 培养基［胰蛋白胨大豆肉汤（TSB）30 g、15 g 琼脂］及培养管购自美国 BD 公司。气相色谱仪为安捷伦 7890。脂肪酸提取溶液 I：NaOH 45 g，甲醇 150 ml，超纯水 150 ml。溶液 II：6.0 mol/L HCL 325 ml，甲醇 275 ml。溶液 III：己烷 200 ml，甲基三丁基乙醚 200 ml。溶液 IV：NaOH 10.8 g，超纯水 900 ml。以上有机溶剂为色谱纯，化学试剂为优级纯。

表 5-1　供试菌株信息

菌株编号	原始菌株编号	种名	中文名称
FJAT-14221	DSM 18954	*B. acidiceler*	酸快生芽胞杆菌
FJAT-14829	DSM 14745	*B. acidicola*	酸居芽胞杆菌
FJAT-14209	DSM 23148	*B. acidiproducens*	产酸芽胞杆菌
FJAT-10013	DSM 8721	*B. agaradhaerens*	黏琼脂芽胞杆菌
FJAT-276	ATCC 27647	*B. alacalphilus*	嗜碱芽胞杆菌
FJAT-2286	DSM 16976	*B. alkalitelluris*	碱土芽胞杆菌
FJAT-10025	DSM 21631	*B. altitudinis*	高地芽胞杆菌
FJAT-8754	CCUG 28519	*B. amyloliquefaciens*	解淀粉芽胞杆菌
FJAT-14220	DSM 21047	*B. aryabhattai*	阿氏芽胞杆菌
FJAT-8755	CCUG 28524	*B. atrophaeus*	矮缩芽胞杆菌
FJAT-8757	CCUG 7412	*B. badius*	栗褐芽胞杆菌
FJAT-10043	DSM 15601	*B. bataviensis*	巴达维亚芽胞杆菌
FJAT-14214	DSM 19037	*B. beijingensis*	北京芽胞杆菌
FJAT-14268	DSM 17376	*B. boroniphilus*	嗜硼芽胞杆菌
FJAT-14236	DSM 18926	*B. butanolivorans*	食丁酸芽胞杆菌
FJAT-10029	DSM 17613	*B. carboniphilus*	嗜碳芽胞杆菌
FJAT-10015	DSM 2522	*B. cellulosilyticus*	解纤维芽胞杆菌
FJAT-8760	CCUG 7414	*B. cereus*	蜡样芽胞杆菌
FJAT-14272	DSM 16189	*B. cibi*	食物芽胞杆菌
FJAT-8761	CCUG 7416	*B. circulans*	环状芽胞杆菌
FJAT-8762	CCUG 47262	*B. clausii*	克劳氏芽胞杆菌
FJAT-520	AS1. 2009	*B. coagulaus*	凝结芽胞杆菌
FJAT-10017	DSM 2528	*B. cohnii*	科恩氏芽胞杆菌
FJAT-14222	DSM 17725	*B. decisifrondis*	腐叶芽胞杆菌
FJAT-14274	DSM 14890	*B. decolorationis*	脱色芽胞杆菌
FJAT-10044	DSM 15600	*B. drentensis*	钻特省芽胞杆菌
FJAT-10010	DSM 13796	*B. endophyticus*	芽胞杆菌
FJAT-274	ATCC 29313	*B. fastidiosus*	苛求芽胞杆菌
FJAT-8765	CCUG 28525	*B. flexus*	弯曲芽胞杆菌
FJAT-10032	DSM 16014	*B. fordii*	福氏芽胞杆菌
FJAT-10033	DSM 16012	*B. fortis*	强壮芽胞杆菌
FJAT-8766	CCUG 28888	*B. fusiformis*	纺锤形芽胞杆菌
FJAT-10034	DSM 15595	*B. galactosidilyticus*	解半乳糖芽胞杆菌
FJAT-10035	DSM 15865	*B. gelatini*	明胶芽胞杆菌
FJAT-14270	DSM 18134	*B. ginsengihumi*	人参土芽胞杆菌
FJAT-519	ATCC 23301	*B. globisporus*	球胞芽胞杆菌
FJAT-10037	DSM 16731	*B. hemicellulosilyticus*	解半纤维素芽胞杆菌
FJAT-14233	DSM 6951	*B. horikoshii*	堀越氏芽胞杆菌
FJAT-14211	DSM 16318	*B. humi*	土地芽胞杆菌
FJAT-14212	DSM 15820	*B. indicus*	印度芽胞杆菌

续表

菌株编号	原始菌株编号	种名	中文名称
FJAT-14252	DSM 21046	*B. isronensis*	印空研芽胞杆菌
FJAT-14210	DSM 16467	*B. koreensis*	韩国芽胞杆菌
FJAT-14240	DSM 17871	*B. kribbensis*	韩研所芽胞杆菌
FJAT-14213	DSM 19099	*B. lehensis*	列城芽胞杆菌
FJAT-275	ATCC 14707	*B. lentimorbus*	慢病类芽胞杆菌
FJAT-8771	CCUG 7422	*B. licheniformis*	地衣芽胞杆菌
FJAT-14206	DSM 18845	*B. luciferensis*	路西法芽胞杆菌
FJAT-14248	DSM 16346	*B. macyae*	马氏芽胞杆菌
FJAT-14235	DSM 16204	*B. marisflavi*	黄海芽胞杆菌
FJAT-8773	CCUG 49529	*B. massiliensis*	马塞芽胞杆菌
FJAT-8774	CCUG 1817	*B. megaterium*	巨大芽胞杆菌
FJAT-10005	DSM 9205	*B. mojavensis*	莫哈维沙漠芽胞杆菌
FJAT-14208	DSM 16288	*B. muralis*	壁芽胞杆菌
FJAT-14258	DSM 19154	*B. murimartini*	马丁教堂芽胞杆菌
FJAT-8775	DSM 2048	*B. mycoides*	蕈状芽胞杆菌
FJAT-14216	DSM 15077	*B. nealsonii*	尼氏芽胞杆菌
FJAT-14217	DSM 17723	*B. niabensis*	农研所芽胞杆菌
FJAT-14202	DSM 2923	*B. niacini*	烟酸芽胞杆菌
FJAT-14227	DSM 15603	*B. novalis*	休闲地芽胞杆菌
FJAT-14201	DSM 18869	*B. odysseyi*	奥德赛芽胞杆菌
FJAT-2235	DSM 23308	*B. okhensis*	奥哈芽胞杆菌
FJAT-14823	DSM 13666	*B. okuhidensis*	奥飞弹温泉芽胞杆菌
FJAT-14224	DSM 9356	*B. oleronius*	蔬菜芽胞杆菌
FJAT-2285	DSM 19096	*B. panaciterrae*	人参地块芽胞杆菌
FJAT-10053	ATCC 14576	*B. pantothenticus*	泛酸芽胞杆菌
FJAT-14218	DSM 16117	*B. patagoniensis*	巴塔哥尼亚芽胞杆菌
FJAT-14237	DSM 8725	*B. pseudalcaliphilus*	假嗜碱芽胞杆菌
FJAT-14225	DSM 12442	*B. pseudomycoides*	假蕈状芽胞杆菌
FJAT-8778	CCUG 28882	*B. psychrosaccharolyticus*	忍冷芽胞杆菌
FJAT-14255	DSM 11706	*B. psychrotolerans*	耐冷嗜冷芽胞杆菌
FJAT-8779	CCUG 26016	*B. pumilus*	短小芽胞杆菌
FJAT-14825	DSM 17057	*B. ruris*	农庄芽胞杆菌
FJAT-14260	DSM 19292	*B. safensis*	沙福芽胞杆菌
FJAT-14262	DSM 18680	*B. selenatarsenatis*	硒砷芽胞杆菌
FJAT-14261	DSM 15326	*B. selenitireducens*	还原硒酸盐芽胞杆菌
FJAT-14231	DSM 16464	*B. seohaeanensis*	西岸芽胞杆菌
FJAT-14257	DSM 18868	*B. shackletonii*	沙氏芽胞杆菌
FJAT-2295	DSM 30646	*B. simplex*	简单芽胞杆菌
FJAT-14822	DSM 13140	*B. siralis*	青贮窖芽胞杆菌
FJAT-14232	DSM 15604	*B. soli*	土壤芽胞杆菌

续表

菌株编号	原始菌株编号	种名	中文名称
FJAT-14256	DSM 13779	*B. sonorensis*	索诺拉沙漠芽胞杆菌
FJAT-9	FJAT-9	*B. sphaericus*	球形芽胞杆菌
FJAT-8784	CCUG163	*B. subtilis*	枯草芽胞杆菌
FJAT-14251	DSM 22148	*B. subtilis* subsp.*inaquosorum*	枯草芽胞杆菌因氏亚种
FJAT-14250	DSM 15029	*B. subtilis* subsp.*spizizenii*	枯草芽胞杆菌斯氏亚种
FJAT-14254	DSM 10	*B. subtilis* subsp.*subtilis*	枯草芽胞杆菌枯草亚种
FJAT-14	FJAT-14	*B. thuringiensis*	苏云金芽胞杆菌
FJAT-14844	DSM 11031	*B. vallismortis*	死谷芽胞杆菌
FJAT-14842	DSM 9768	*B. vedderi*	威氏芽胞杆菌
FJAT-14850	DSM 18898	*B. vietnamensis*	越南芽胞杆菌

2. 芽胞杆菌属种类脂肪酸生物标记测定

芽胞杆菌属种类脂肪酸提取主要参考 Sasser 描述的方法。按四区划线法将新鲜待测菌株接种至新鲜的 TSBA 平板上，28℃培养 24 h。刮取 20 mg 新鲜菌体置于试管中，加入 1 ml 溶液 I，100℃水浴 30 min；冷却至室温后加入 1.5 ml 溶液 II，混匀后 80℃水浴 10 min；用流水迅速冷却至室温，加入 1.25 ml 溶液 III；振荡 10 min，吸弃下层溶液；加入 3 ml 溶液 IV 及几滴饱和 NaCl 溶液，振荡 5 min，静置片刻，待分层后，吸取上层液体于 GC 管中进行检测分析。细菌脂肪酸组成检测采用微生物鉴定系统进行分析（美国 MIDI 公司产品），该系统包括了 Agilent 7890 N 型气相色谱系统，Sherlock MIS 6.0 处理软件。色谱分析柱温采用二阶顺序升温法，即第一阶段 170℃起始，每分钟升温 5℃，升至 260℃，第二阶段每分钟升温 40℃，升至 310℃，维持 90 s；汽化室温度 250℃，检测器温度 300℃；载气为氢气（2 ml/min），尾吹气为氮气（30 ml/min）；柱前压 68.95 kPa；进样量 1 μl，进样分流比 100∶1。

3. 芽胞杆菌属种类脂肪酸生物标记分布特性

利用林营志等（2009）编写的程序，将 Sherlock MIS6.0 检测出的芽胞杆菌属每个种的脂肪酸检测数据转换成以芽胞杆菌为样本，以脂肪酸生物标记为指标的数据矩阵 Excel 文件。统计每种脂肪酸标记在不同芽胞杆菌中分布的相对百分比含量总和（以下简称总和）、平均值和最大值，分析脂肪酸在芽胞杆菌分布统计特性。基于该统计结果，利用 SPSS 16.0 生物统计软件，以脂肪酸总和、平均值、最大值为指标，以脂肪酸生物标记为样本，构建数据矩阵，以欧氏距离为尺度，采用类平均法对脂肪酸生物标记进行系统聚类，分析基于统计特性的脂肪酸生物标记分组特性，选择用于芽胞杆菌系统发育分析的脂肪酸指标。

4. 基于脂肪酸生物标记的芽胞杆菌属种系统发育分析

构建芽胞杆菌 10 个脂肪酸生物标记统计参数，为系统发育参数指标，即①$C_{16:0}$代表细菌特征；②iso-$C_{16:0}$代表细菌特征；③iso-$C_{15:0}$代表芽胞杆菌属的特征；④anteiso-$C_{15:0}$代表芽胞杆菌属的特征；⑤iso-$C_{17:0}$代表芽胞杆菌属的特征；⑥anteiso-$C_{17:0}$代表芽胞杆

菌属的特征；⑦iso-$C_{15:0}$/anteiso-$C_{15:0}$ 代表芽胞杆菌属的分化；⑧iso-$C_{17:0}$/anteiso-$C_{17:0}$ 代表芽胞杆菌种的分化；⑨脂肪酸生物标记香农指数（H'）用于平衡脂肪酸生物标记奇异产生；⑩脂肪酸生物标记均匀度指数（J）用于平衡脂肪酸生物标记检测误差。

芽胞杆菌脂肪酸生物标记香农指数（H'）按照公式（5-1）计算。

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} p_i \ln p_i \tag{5-1}$$

式中，p_i 为芽胞杆菌第 i 个脂肪酸生物标记含量占脂肪酸含量总和的比例；s 为脂肪酸生物标记的个数。

芽胞杆菌脂肪酸生物标记均匀度指数（J）按照公式（5-2）计算。

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}} \tag{5-2}$$

式中，H'为香农指数；$H'_{\max}$ 为 H'的最大值。

以芽胞杆菌 10 个脂肪酸生物标记统计参数为指标，90 个芽胞杆菌属种类（亚种）为样本，构建数据矩阵如下：

$$\begin{pmatrix} X_{11}\ X_{12},\cdots,X_{1n} \\ X_{21}\ X_{22},\cdots,X_{2n} \\ X_{31}\ X_{32},\cdots,X_{3n} \\ X_{41}\ X_{42},\cdots,X_{4n} \\ \vdots \\ X_{m1}\ X_{m2},\cdots,X_{mn} \end{pmatrix}$$

式中，1–n 表示脂肪酸标记；1–m 表示芽胞杆菌种类。

利用 SPSS 16.0 生物统计软件，以欧式距离为尺度，用类平均法进行系统聚类，分析芽胞杆菌因脂肪酸指标组建的脂肪酸群系统发育特征。

三、芽胞杆菌属种类的脂肪酸生物标记分布特性

1. 芽胞杆菌属种类脂肪酸生物标记测定

实验结果见表 5-2。芽胞杆菌属 90 个种（亚种）的脂肪酸生物标记测定结果表明，共检测到 29 个芽胞杆菌属的脂肪酸生物标记，碳链长度 10～20。其中主要的脂肪酸生物标记有 8 个，即 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{14:0}$、$C_{14:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$，它们的含量较高，存在于大部分的芽胞杆菌属种类中，分布概率在 95%以上。其余 21 个脂肪酸生物标记的含量较低，在芽胞杆菌属种类中分布极不均匀。饱和脂肪酸除了 $C_{16:0}$（细菌的特征脂肪酸）在所有的种类有分布外，其余 10:0、12:0、14:0、17:0、18:0、19:0、20:0 在芽胞杆菌种中分布较少，分布的种类为 4～71 种，分布概率为 4.4%～78.8%。不饱和脂肪酸在芽胞杆菌属中的分布种类和相对含量百分比较低。

2. 芽胞杆菌属种类脂肪酸生物标记分布特性

脂肪酸生物标记、香农指数、均匀度指数统计结果见表 5-3。结果表明，前 6 个总和

表 5-2　芽胞杆菌属种类脂肪酸生物标记

芽胞杆菌	17:0 iso	17:1 iso ω5c	18:1 ω9c	12:0 iso	14:0 iso	16:0	17:0	20:0	18:0	19:0
B. acidiceler	0	0	0	0	4.08	4.67	0	0	0	0
B. acidicola	3.19	0	0	0	1.59	9.01	0	0	0	0
B. acidiproducens	0.00	0	0	0	4.01	9.64	0	0	1.22	0
B. agaradhaerens	11.09	0	1.73	0	1.71	15.08	0	0	5.05	3.17
B. alacalphilus	3.82	0	0.48	0	0.64	13.15	0	0	0.69	0
B. alkalitelluris	3.42	0	0	0	2.98	20.37	0	0	1.49	0
B. altitudinis	6.15	0	0	0	1.26	2.40	0	0	0	0
B. amyloliquefaciens	12.66	0	0	0	1.26	3.79	0	0	0.49	0
B. aryabhattai	3.34	0	0.37	0	4.13	6.59	0	0	0.65	0
B. atrophaeus	6.93	0	0.75	0	1.03	3.83	0.13	0	2.68	0
B. badius	2.88	0	0	0	1.59	5.06	0	0	0	0
B. bataviensis	2.80	0	1.07	0	3.38	3.35	0	0	1.50	0
B. beijingensis	2.91	0	0	0	1.94	2.70	0	0	0	0
B. boroniphilus	9.14	0	0	0	0.00	9.00	0	0	3.32	0
B. butanolivorans	1.37	0	0.34	0	7.67	6.91	0.30	1.89	0.37	0
B. carboniphilus	6.08	0	0.27	0	5.38	4.16	0.21	0	0.58	0.12
B. cellulosilyticus	5.85	0	1.16	0	1.71	15.40	0.80	0	5.82	0
B. cereus	11.84	5.53	0	0	2.97	6.11	0	0	0.50	0
B. cibi	5.39	0	0	0	4.77	4.43	0	0	0	0
B. circulans	1.33	0	0.13	0	4.54	4.25	0	0	0.21	0
B. clausii	15.58	0	0	0	2.06	8.14	0.59	0	1	0
B. coagulaus	9.23	0	0	0	0.00	3.45	0	0	0	0
B. cohnii	3.25	0	0.61	0	2.24	3.52	0	0	0.76	0
B. decisifrondis	2.63	0	0.25	0	4.33	1.70	0	0.24	0.86	0
B. decolorationis	8.79	0	0	0	0.00	9.40	0	0	0	0
B. drentensis	0.00	0	0	0	1.04	1.69	0	0	0	0
B. endophyticus	2.16	0	0	0	5.59	10.83	0	0	0.54	0
B. fastidiosus	10.41	0	0	0	0.67	15.73	0.16	0	0.75	0
B. flexus	4.29	0	0	0	3.97	3.69	0	0	0.54	0
B. fordii	8.47	0	0.44	0	1.35	1.59	0.4	0.18	0.45	0
B. fortis	5.67	0	0	0	0.00	2.21	0	0	0	0
B. fusiformis	6.98	0	0	0	2.36	3.51	0	0	0.49	0
B. galactosidilyticus	1.27	0	0	0	2.82	34.24	0	0	1.79	0
B. gelatini	3.23	0	0	0	1.97	1.61	0	4.24	2.53	0
B. ginsengihumi	4.70	0	0	0	0.00	2.07	0	0	0	0
B. globisporus	8.77	0	0	0	1.02	3.34	0	0	0	0
B. hemicellulosilyticus	3.98	0	0	0	0.88	10.94	0	0	1.46	0
B. horikoshii	5.35	0	0	0	0.00	8.13	0	0	0	0
B. humi	0.39	0	0	0	13.43	1.74	0	0	0.17	0
B. indicus	3.77	0	0	0	5.22	5.48	0	0	0	0
B. isronensis	3.92	0	0	0	4.17	3.34	0	0	0	0
B. koreensis	3.48	0	0	0	3.56	4.67	0	1.50	1.24	0
B. kribbensis	0.00	0	0	0	3.47	2.98	0	0	0	0
B. lehensis	8.90	0	1.65	0	4.13	13.39	0	0	3.12	0
B. lentimorbus	8.33	0	0	0.1	1.09	2.96	0	0	0.16	0

续表

芽胞杆菌	17:0 iso	17:1 iso ω5c	18:1 ω9c	12:0 iso	14:0 iso	16:0	17:0	20:0	18:0	19:0
B. licheniformis	10.72	0	0	0	0.95	3.09	0	0.19	0	0
B. luciferensis	2.16	0	0	0	3.97	4.23	0	0	0	0
B. macyae	0.77	0	1.59	0	1.88	11.08	0.40	0.32	8.69	0
B. marisflavi	1.69	0	0	0	5.27	2.79	0	0	0.00	0
B. massiliensis	5.37	0	0.14	0	1.85	2.98	0.17	0	0.32	0
B. megaterium	1.79	0	0	0	8.66	5.82	0	0	0	0
B. mojavensis	6.36	0	0	0	1.4	3.17	0	0	0.28	0
B. muralis	1.94	0	0.29	0	4.02	7.22	0	0	0.74	0
B. murimartini	9.88	0	0	0	1.29	3.23	0	0	0.00	0
B. mycoides	11.01	2.03	0	1.11	2.84	10.04	0	0	0.8	0
B. nealsonii	2.46	0	0	0	5.99	12.85	0	0	0.00	0
B. niabensis	2.46	0	0	0	5.61	24.26	0	0	2.01	0
B. niacini	6.24	0	0	0	6.37	6.60	0.52	0	2.15	0
B. novalis	1.35	0	0.28	0	2.63	6.70	0	0	0.52	0
B. odysseyi	5.62	0	0.15	0	2.61	1.78	0	0	0.31	0
B. okhensis	1.61	0	1.40	0	1.43	28.58	0	0	2.20	0
B. okuhidensis	5.84	0	0	0	1.00	10.63	0.15	0	0.18	0
B. oleronius	9.44	0	0	0	0.00	2.94	0	0	0.00	0
B. panaciterrae	2.73	0	0.75	0	7.29	7.03	0.12	0	1.24	0
B. pantothenticus	4.94	0	0	0	1.08	5.73	0	0	0.00	0
B. patagoniensis	5.77	0	0	0	4.11	3.38	0	0	0.00	0
B. pseudalcaliphilus	1.40	0	0	0	3.99	6.01	2.38	6.19	5.53	2.85
B. pseudomycoides	14.78	0	0	4.51	2.70	8.82	0.53	0	0.93	0
B. psychrosaccharolyticus	4.18	0	0	0	1.48	3.63	0	0	1.67	0
B. psychrotolerans	0.34	0	0.20	0	11.02	1.23	0	0	0.41	0
B. pumilus	6.31	0	0	0	1.87	2.93	0	0	0	0
B. ruris	4.02	0	0.33	0	1.21	28.15	0.51	0	0.95	0
B. safensis	5.57	0	0	0	1.06	1.97	0	0	0.00	0
B. selenatarsenatis	2.08	0	0.44	0	0.48	1.62	0	0	0.74	0
B. selenitireducens	3.10	0	0	0	0.00	3.84	0	0	0.00	0
B. seohaeanensis	1.82	0	0	0	1.46	7.18	0	0	1.31	0
B. shackletonii	2.04	0	0	0	0.00	1.67	0	0	0.00	0
B. simplex	1.74	0	0	0	3.34	8.37	0	0	0.00	0
B. siralis	4.00	0	0	0	4.23	21.49	0	0	1.14	0
B. soli	3.44	0	0	0	3.59	3.09	0	0	0.00	0
B. sonorensis	7.60	0	1.69	0	0.00	5.52	0	0	1.50	0
B. sphaericus	3.78	0	0	0	2.11	1.71	0	0	0.32	0
B. subtilis	12.21	0	0	0	1.83	3.78	0	0	0.35	0
B. subtilis subsp. *inaquosorum*	12.41	0	0	0	1.34	4.06	0	0	0.7	0
B. subtilis subsp. *spizizenii*	12.32	0	0	0	1.00	3.15	0	0	0.88	0
B. subtilis subsp. *subtilis*	11.15	0	0	0	1.61	3.09	0	0	0.22	0
B. thuringiensis	10.74	5.74	0	0	2.08	4.75	0	0	0	0
B. vallismortis	10.53	0	2.06	0	1.17	6.13	0	0	2.30	0
B. vedderi	2.07	0	0	0	1.06	4.41	0	0	0	2.44
B. vietnamensis	1.27	0	0	0	2.92	2.37	0	0	0	0

续表

芽胞杆菌	10:0	12:0	14:0	19:0 iso	16:1 ω11c	17:0 iso 3OH	13:0 anteiso	17:1 anteiso a	17:0 anteiso	17:1 iso ω10c
B. acidiceler	0	0	2.225	0	0	0	0	0	5.19	0
B. acidicola	0	0	0	0	0	0	0	0	14.43	0
B. acidiproducens	0	0	3.74	0	0	0	0	0	13.06	0
B. agaradhaerens	0	1.37	0	0	0	0	0	0	9.49	0
B. alacalphilus	0.52	0.84	3.71	0	0.53	0	0.41	0	6.23	0
B. alkalitelluris	0	0	2	0	2.52	0	0	0	3.01	0
B. altitudinis	0	0	0	0	0	0	0	0	4.52	0
B. amyloliquefaciens	0	0	0.48	0	0.39	0	0	0	9.44	0.70
B. aryabhattai	0	0.21	1.65	0	0.88	0	0.13	0	4.07	0.17
B. atrophaeus	0	0.2	0.51	0	0.73	0	0.15	0	16.34	1.50
B. badius	0	0	2.69	0	5.34	0	0	0.50	5.19	4.85
B. bataviensis	0	0	0.53	0	4.33	0	0	0	2.85	2.81
B. beijingensis	0	0	0.42	0	2.05	0	0	0	18.05	1.00
B. boroniphilus	0	0	1.29	0	4.78	0	0	0	12.56	4.99
B. butanolivorans	0.12	0.18	2.38	0.17	4.12	0	0.27	0	3.24	0.59
B. carboniphilus	0.13	0.07	1.92	0.16	1.76	0	0.07	0	1.96	4.49
B. cellulosilyticus	0.86	1.49	2.52	0	2.38	0	0	0	6.85	0.61
B. cereus	0	0	2.38	0	0	0	0	1.06	2.11	4.61
B. cibi	0	0	1.27	0	2.31	0	0	0	5.70	2.61
B. circulans	0	0.11	6.33	0	3.07	0	0.16	0	9.85	0.47
B. clausii	0.10	0.24	0.99	0.29	3.03	0	0	0	10.20	0.66
B. coagulaus	0	0	0	0	0	0	0	0	12.30	0
B. cohnii	0.30	0.45	1.22	0	4.01	0	0.16	0	6.29	6.95
B. decisifrondis	0	0.20	0.49	0.21	1.60	0	0	0	1.42	0.57
B. decolorationis	1.33	0	1.71	0	0	0	0	0	9.10	0
B. drentensis	0	0	1.36	0	0	0	0	0	13.89	0
B. endophyticus	0	0	2.72	0	2.17	0	0.32	0	10.64	0.28
B. fastidiosus	0.05	0.22	2.05	0	1.72	0	0.11	0	5.91	0.83
B. flexus	0	0	0.96	0	5.64	0	0	0	8.02	3.60
B. fordii	0	0	0.31	0.11	2.20	0	0.07	0	16.03	1.69
B. fortis	0	0	0	0	1.09	0	0	0	14.39	0
B. fusiformis	0	0.24	0.71	0	2.12	0	0	0	3.71	0.89
B. galactosidilyticus	0	0	6.54	0	0	0	0	0	5.85	0
B. gelatini	0	0	1.16	1.39	0	0	0	0	6.86	0
B. ginsengihumi	0	0	0	0	0	0	0	0	35.29	0
B. globisporus	0	0	0	0	0	0	0	0	9.34	0
B. hemicellulosilyticus	0.74	0.69	2.16	0	0	0	0.32	0	11.67	0
B. horikoshii	0	0	1.61	0	8.64	0	0	0	10.38	9.69
B. humi	0.24	0.07	0.98	0	2.20	0	0.33	0	3.27	0.15
B. indicus	0	0	1.96	0	4.42	0	0	0	5.19	2.96
B. isronensis	0	0	0	0	2.62	0	0	0	1.40	3.73
B. koreensis	0	0	0	0	0	0	0	0	5.44	0
B. kribbensis	0	0	1.50	0	0	0	0	0	10.72	0
B. lehensis	0	0	3.72	0	0	0	0	0	4.22	0

续表

芽胞杆菌	10:0	12:0	14:0	19:0 iso	16:1 ω11c	17:0 iso 3OH	13:0 anteiso	17:1 anteiso a	17:0 anteiso	17:1 iso ω10c
B. lentimorbus	0	0	0.51	0	0.24	0	0.39	0	8.67	0.30
B. licheniformis	0	0	0.37	0	0.55	0	0	0	10.56	1.21
B. luciferensis	0	0	1.43	0	0	0	0	0	5.43	0
B. macyae	0	0.70	1.59	0	0.40	0	0	0	17.66	0
B. marisflavi	0	0	0	0	0	0	0	0	11.18	0
B. massiliensis	0	0.11	0.31	0	1.02	0	0	0	5.97	0.30
B. megaterium	0	0	1.37	0	1	0	0	0	4.31	0
B. mojavensis	0	0	0.31	0	1.43	0	0	0	15.39	2.57
B. muralis	0	0	2.13	0	2.32	0	0.38	0	2.48	0.42
B. murimartini	0	0	0	0	0.00	0	0	0	10.17	1.05
B. mycoides	0	0.55	3.96	0	1.79	0	1.80	0.54	2.66	6.86
B. nealsonii	0	0	10.24	0	0	0	0	0	4.81	0
B. niabensis	0	0	2.80	0	0	0	0	0	9.90	0
B. niacini	0	0	0.96	0	7.38	0	0.12	0	4.04	3.17
B. novalis	0	0.29	1.73	0	0.32	0	0	0	3.74	0
B. odysseyi	0	0.15	0.38	0	1.53	0	0	0	3.17	1.02
B. okhensis	0	1.29	4.17	0	4.72	0	0	0	4.47	0
B. okuhidensis	1.65	0.43	2.36	0	0.33	0	0.16	0	8.75	0
B. oleronius	0	0	0	0	0	0	0	0	20.48	0
B. panaciterrae	0	0.28	5.45	0	0.92	0	0.47	0	2.08	0.36
B. pantothenticus	0	0	0	0	0	0	0	0	28.89	0
B. patagoniensis	0	0	0	0	0	0	0	0	7.39	0
B. pseudalcaliphilus	0	0	1.29	0	0	0	0	0	10.42	0
B. pseudomycoides	0	0.67	2.33	0	0	3.81	3.72	1.1	2.59	0
B. psychrosaccharolyticus	0	0	1.17	0	1.75	0	0	0	2.70	3
B. psychrotolerans	0	0.27	2.61	0	3.98	0	0.13	0	2.28	0.30
B. pumilus	0	0	0.92	0	0.70	0	0.11	0	3.58	1.01
B. ruris	0	0.22	2.19	0	0	0	0.29	0	8.91	0
B. safensis	0	0	0	0	0	0	0	0	5.04	0
B. selenatarsenatis	0.21	0.12	1.15	0	0.72	0	0.17	0	21.25	1.01
B. selenitireducens	0	0	5.02	0	14.11	0	0	0	0.86	9.14
B. seohaeanensis	0	0	1.44	0	0	0	0	0	14.46	0
B. shackletonii	0	0	1.02	0	0	0	0	0	19.17	0.87
B. simplex	0	0	2.50	0	2.05	0	0	0	2.76	0
B. siralis	0	0	4.01	0	2.11	0	0	0	3.77	0
B. soli	0	0	1.02	0	1.80	0	0	0	3.05	1.55
B. sonorensis	0	0	0	0	0.00	0	0	0	12.36	1.36
B. sphaericus	0	0.23	0.42	0	1.71	0	0	0	2.14	1.41
B. subtilis	0	0	0.35	0	0.89	0	0	0	10.71	1.45
B. subtilis subsp. *inaquosorum*	0	0	0.4	0	0.54	0	0	0	10.14	1.00
B. subtilis subsp. *spizizenii*	0	0	0.27	0	0.43	0	0	0	15.47	1.03
B. subtilis subsp. *subtilis*	0	0	0.29	0	0.67	0	0	0	9.19	1.50
B. thuringiensis	0	0	3.16	0	0	0	1.56	0	1.24	0
B. vallismortis	0	0	0	0	0	0	0	0	9.22	1.92
B. vedderi	0	0	0	0	0	0	0	0	25.81	0
B. vietnamensis	0	0	0	0	0	0	0	0	11.88	0

续表

芽胞杆菌	13:0 iso	16:1 ω7c alcohol	15:0 iso	15:0 anteiso	Summed Feature 4	Summed Feature 8	Summed Feature 3	Summed Feature 2	Summed Feature 1	16:0 iso
B. acidiceler	0	0	15.125	57.49	0	0	0	0	0	9.35
B. acidicola	0	0	4.07	47.89	0	0	0	0	0	17.96
B. acidiproducens	0	0	6.35	53.85	0	0	0	0	0	7.56
B. agaradhaerens	0	0	15.73	23.37	0	4.45	0	0	0	1.59
B. alacalphilus	0.79	0	28.09	35.73	0	0	0.7	0	0	1.05
B. alkalitelluris	0	0	20.54	34.26	0	0	2.88	0	0	2.67
B. altitudinis	0	0	52.01	25.75	0	0	0	0	0	3.10
B. amyloliquefaciens	0.39	0	31.35	35.19	0.28	0	0	0	0	3.6
B. aryabhattai	0.37	0.13	38.68	36.03	0	0	0	0	0	1.88
B. atrophaeus	0	0.57	13.13	45.13	1.51	0.2	0	0	0	3.43
B. badius	0.12	3.35	45.47	10.67	3.3	0	3.84	0	0	4.89
B. bataviensis	0	2.62	35.21	33.12	1.4	0	0	0	0	2.95
B. beijingensis	0	2.18	23.12	39.09	2.24	0	0	0	0	3.69
B. boroniphilus	0	0	35.93	10.11	4.92	0	0	0	0	2.01
B. butanolivorans	0.08	4.32	12.05	43.47	0.8	0	0.11	0	0.1	7.56
B. carboniphilus	0.29	1.15	47.05	17.92	0.46	0.04	0.09	0	0	4.29
B. cellulosilyticus	0.64	0.81	22.09	23.18	1.11	1.68	0	0	0	3.68
B. cereus	6.62	0	29.19	4.40	0	0	8.43	2.39	0	5.99
B. cibi	0	2.43	45	14.66	1.13	0	0	0	0	8.32
B. circulans	0.29	1.56	14.02	44.83	1.15	0	0.16	0.09	0	5.58
B. clausii	0.2	1.69	32.7	18.24	0.55	0	0	0	0	3.48
B. coagulaus	0	0	32.07	31.2	0	0	0	0	0	3.91
B. cohnii	0.16	1.13	38.11	23.44	2.56	0	0	0	0	4.64
B. decisifrondis	0.22	12.54	53.52	6.13	0.47	0.14	0	0	0	11.27
B. decolorationis	0	0	38.29	27.6	0	0	0	0	0	1.54
B. drentensis	0	0	5.47	59.16	0	1.97	0	0	0	10.52
B. endophyticus	0.2	1.29	16.09	38.68	0.74	0	0	0	0	7.76
B. fastidiosus	0.35	0.08	26.73	32.29	0.39	0	0	0	0	1.22
B. flexus	0	2.62	26.42	33.28	3.98	0	0	0	0	2.66
B. fordii	0.11	2.43	33.17	24.35	1.16	0	0.12	0	0	4.81
B. fortis	0	0	36.89	28.12	0	1.98	0	0	0	3.09
B. fusiformis	0	6.99	47.35	11.08	0.78	0	0	0	0	12.79
B. galactosidilyticus	0	0	16.07	27.1	0	0	0	0	0	2.08
B. gelatini	1.49	0	13.91	54.64	0	0	0	0	0	1.46
B. ginsengihumi	0	0	19.92	33.59	0	0	0	0	0	1.61
B. globisporus	0	0	35.46	33.93	0	0	0	0	0	3.44
B. hemicellulosilyticus	0.5	0.25	20.13	42.45	0	0	0	0	0	2.85
B. horikoshii	0	2.84	28.03	9.85	6.64	0	0	0	0	3.96
B. humi	0.29	1.97	16.45	51.24	0.26	0	0	0	0	6.29
B. indicus	0	4.02	39.57	15.41	1.65	0	0	0	0	8.56
B. isronensis	0	14.77	50.17	3.68	0	0	0	0	0	4.94
B. koreensis	0	0	37.27	33.66	0	0	0	0	0	4.92
B. kribbensis	0	0	9.35	66.28	0	0	0	0	0	3.90
B. lehensis	0	0	33.07	17.59	0	0	1.02	0	0	3.85
B. lentimorbus	0.4	0.17	37.74	34	0.17	0	0	0	0	3.59
B. licheniformis	0	0.55	37.28	29.35	0.62	0	0	0	0	4.56

续表

芽胞杆菌	13:0 iso	16:1 ω7c alcohol	15:0 iso	15:0 anteiso	Summed Feature 4	Summed Feature 8	Summed Feature 3	Summed Feature 2	Summed Feature 1	16:0 iso
B. luciferensis	0	1	30.44	39.46	0	0	0	0	0	8.28
B. macyae	0	0.4	3.11	42.27	0	0.67	0	0	0	7.51
B. marisflavi	0	0.5	28.27	36.88	0	0	0	0	0	8.41
B. massiliensis	0.11	1.85	53.62	12.94	0.23	0.08	0.19	0	0	12.26
B. megaterium	0.44	0.64	30.72	41.72	0	0	0	0	0	3.53
B. mojavensis	0	0.9	15.35	44.86	2.17	0	0	0	0	5.26
B. muralis	0	0.93	18.42	54.62	0.35	0	0	0	0	3.48
B. murimartini	0	0	28.63	36.58	0	0	0	0	0	3.93
B. mycoides	9.54	1.36	22.51	3.92	0	0	6.98	0	0	6.82
B. nealsonii	1.63	0	20.39	32.60	0	0	0	0	0	4.09
B. niabensis	0	0	8.13	38.08	0	0	0	0	0	5.90
B. niacini	0.61	3.63	30.14	18.28	0.97	0	0.31	0	0	7.11
B. novalis	0.19	0	39.89	38.59	0	0	0	0	0	2.97
B. odysseyi	0.29	7.73	51.63	10.9	0.68	0.14	0.19	0	0	10.80
B. okhensis	0	0	9.72	33.75	0	0	2.43	0	0	4.25
B. okuhidensis	0.26	0	31.42	34.32	0	0	0.25	0	0	2.02
B. oleronius	0	0	40.48	19.39	0	0	0	0	0	2.43
B. panaciterrae	2	0.64	39.03	22.57	0.38	0.27	1.38	0	1.5	2.76
B. pantothenticus	0	0	9.16	41.32	0	0	0	0	0	5.32
B. patagoniensis	0	1.23	38.32	31.56	0	0	0	0	0	5.96
B. pseudalcaliphilus	0	1.3	20.65	26.97	1.22	0	0	0	0	6.41
B. pseudomycoides	8.81	0	17.64	3.31	0	0	13.37	2.24	0	6.86
B. psychrosaccharolyticus	0	1.82	30.82	40.74	2.47	0	0	0	0	1.13
B. psychrotolerans	0.27	8.64	30.29	32.22	2.65	0.13	0.26	0	0	1.77
B. pumilus	0.96	0.54	51.48	26.35	0.24	0	0	0	0	3.02
B. ruris	0	0	10.6	38.00	0	0	0	0	0	3.37
B. safensis	0	0	51.43	27.81	0	0	0	0	0	3.67
B. selenatarsenatis	0.11	0.16	38.65	26.22	1.06	0.2	0.11	0	0	3.41
B. selenitireducens	0	1.15	50.93	3.93	2.83	0	0	0	0	0
B. seohaeanensis	0	0	7.26	55.8	0	0	0	0	0	5.23
B. shackletonii	0	0	39.29	28.61	0	0	0	0	0	2.95
B. simplex	0	0	14.78	56.97	0	0	0	0	0	2.93
B. siralis	0	0	31.85	17.54	0	0	0	0	0	5.75
B. soli	0	1.64	39.48	34.16	0	0	0	0	0	3.21
B. sonorensis	0	0	24.7	29.42	0	0	0	0	0	3.62
B. sphaericus	0	9.17	57.73	9.63	1.02	0	0	0	0	6.64
B. subtilis	0	0	21.38	39.76	0.69	0	0	0	0	5.09
B. subtilis subsp. *inaquosorum*	0	0	25.93	34.85	0.33	0	0	0	0	4.4
B. subtilis subsp. *spizizenii*	0	0	19.94	38.55	0.8	0	0	0	0	3.6
B. subtilis subsp. *subtilis*	0	0	29.24	35.84	0.63	0	0	0	0	4.54
B. thuringiensis	14.56	0	34.15	5.09	0	0	9.15	1.29	0	2.18
B. vallismortis	0	0	23.12	29.69	1.05	0	0	0	0	4.17
B. vedderi	0	0	4.48	31.08	0	0	0	0	0	26.14
B. vietnamensis	0	1.93	19.24	46.82	4	0	0	0	0	3.93

注：Summed Feature 4，17:1 anteiso b and/or iso i；Summed Feature 8，18:1 ω6c and/or 18:1 ω7c；Summed Feature 3，16:1 ω6c and/or 16:1 ω7c；Summed Feature 2，14:0 3OH and/or 16:1 iso I/14:0 3OH；Summed Feature 1，13:0 3OH and/or 15:1 iso H，下同

表 5-3　芽胞杆菌属种类脂肪酸生物标记统计参数

脂肪酸生物标记	峰值百分比//%				香农指数	均匀度指数
	分布范围	总值	平均值	最大值		
15:0 anteiso	90	2777	30.85	66.30	6.3142	0.9726
15:0 iso	90	2560	28.45	57.70	6.3139	0.9726
16:0	90	614	8.63	35.30	6.0266	0.9283
17:0 anteiso	89	776	6.82	34.20	6.1403	0.9482
16:0 iso	89	452	5.26	15.60	6.1927	0.9563
17:0 iso	86	473	5.03	26.10	6.1053	0.9501
14:0 iso	80	244	2.71	13.40	5.9783	0.9456
14:0	71	140	1.56	10.20	5.7031	0.9274
18:0	56	79	1.46	14.10	5.1636	0.8892
16:1 ω11c	54	132	1.33	14.80	5.2243	0.9078
17:1 iso ω10c	49	106	1.17	9.70	4.9859	0.8880
16:1 ω7c alcohol	46	120	0.88	8.70	4.7407	0.8583
Summed Feature 4	43	62	0.69	6.60	4.8978	0.9026
13:0 iso	33	53	0.59	14.60	3.3891	0.6719
12:0	28	12	0.58	13.40	4.3040	0.8953
18:1 ω9c	25	19	0.21	2.10	4.1997	0.9044
13:0 anteiso	24	12	0.16	6.20	3.5636	0.7772
Summed Feature 3	20	52	0.15	5.70	3.0946	0.7160
17:0	15	7	0.13	1.50	3.3293	0.8522
Summed Feature 8	12	12	0.13	3.70	2.5910	0.7228
10:0	12	6	0.13	4.50	2.9520	0.8234
20:0	8	15	0.10	3.20	2.1268	0.7090
19:0 iso	6	2	0.08	2.40	1.9159	0.7412
19:0	4	9	0.07	1.70	1.6481	0.8241
Summed Feature 2	4	6	0.07	2.40	1.6360	0.8180
17:1 anteiso a	4	3	0.06	4.50	1.8960	0.9480
17:1 iso ω5c	3	13	0.04	1.10	1.4619	0.9224
12:0 iso	3	6	0.03	1.40	0.8296	0.5234
Summed Feature 1	2	1	0.02	1.50	0.0000	0.0000

最大的脂肪酸标记是 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$，总和分别为 2776.80、2560.10、776.50、613.50、473.00 和 452.50。对单个芽胞杆菌种的脂肪酸生物标记最大值进行考查，前 6 个最大含量的脂肪酸生物标记是 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$，最大值分别为 66.30%、57.70%、35.30%、34.20%、26.10%、15.60%。

基于芽胞杆菌属种类的脂肪酸生物标记分布特性的聚类分析结果见图 5-1。当 λ=5.2 时，芽胞杆菌属种类的脂肪酸生物标记分为三类。

第 I 类，脂肪酸高含量完全分布类型，即脂肪酸生物标记含量最大值较高，完全分布在 90 个芽胞杆菌种（亚种）中。该类包含脂肪酸生物标记 anteiso-$C_{15:0}$（含量最大值

66.30%）和 iso-$C_{15:0}$（含量最大值 57.70%），为芽胞杆菌属特征脂肪酸，可选作芽胞杆菌脂肪酸系统发育分析的基础生物标记。

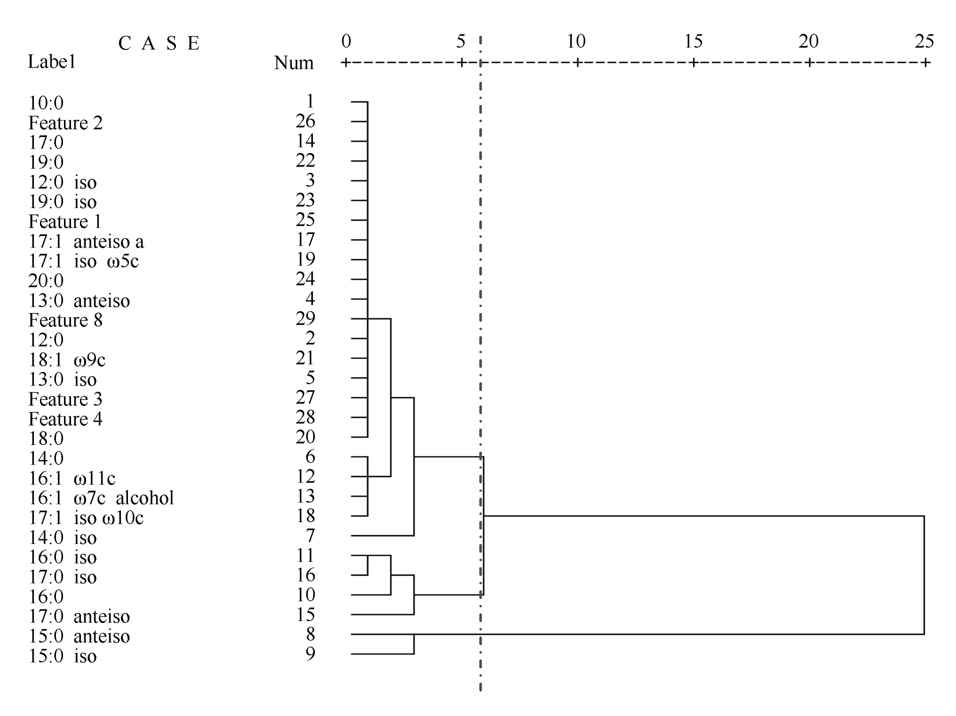


图 5-1　芽胞杆菌属脂肪酸生物标记分布特性

第 II 类，脂肪酸中含量不完全分布类型，即脂肪酸生物标记含量最大值中等，分布在 90 个芽胞杆菌种（亚种）的大部分种类中。该类包含 4 个脂肪酸生物标记，即 anteiso-$C_{17:0}$（含量最大值 35.30%）、$C_{16:0}$（含量最大值 34.20%）、iso-$C_{17:0}$（含量最大值 15.60%）和 iso-$C_{16:0}$（含量最大值 26.10%），为芽胞杆菌属分种的特征脂肪酸，可选作芽胞杆菌脂肪酸系统发育分析的基础生物标记。

第 III 类，脂肪酸低含量不完全分布类型，即脂肪酸生物标记含量最大值较低，分布在 90 个芽胞杆菌种（亚种）的少部分种类中。该类包含了其余的 23 个脂肪酸生物标记，其含量最大值为 1.1%～13%。该类脂肪酸生物标记可用于标记芽胞杆菌种内脂肪酸的差异性。

四、基于脂肪酸生物标记的芽胞杆菌属系统发育分析

芽胞杆菌脂肪酸系统发育参数计算结果见表 5-4。

基于脂肪酸统计参数的芽胞杆菌系统发育聚类结果见图 5-2。当 λ=20 时，可将芽胞杆菌属 90 个种（亚种）分为 5 个脂肪酸群。

1. 第 I 群定义为窄温芽胞杆菌脂肪酸群

该群的脂肪酸 iso-$C_{15:0}$/anteiso-$C_{15:0}$ 值都大于 1.5，比值为 1.64～13.57；

表 5-4　芽胞杆菌属种类脂肪酸系统发育统计参数的数据矩阵

芽胞杆菌	16:0 iso	16:0	15:0 iso	15:0 anteiso	17:0 iso	17:0 anteiso	15:0 iso/15:0 anteiso	17:0 iso /17:0 anteiso	香农指数	均匀度指数
B. acidiceler	9.35	4.67	15.13	57.49	0	5.19	0.26	0	1.94	0.69
B. acidicola	17.96	9.01	4.07	47.89	3.19	14.43	0.09	0.22	2.13	0.76
B. acidiproducens	7.56	9.64	6.35	53.85	0	13.06	0.12	0	2.17	0.72
B. agaradhaerens	1.59	15.08	15.73	23.37	11.09	9.49	0.67	1.17	3.06	0.85
B. alacalphilus	1.05	13.15	28.09	35.73	3.82	6.23	0.79	0.61	2.54	0.63
B. alkalitelluris	2.67	20.37	20.54	34.26	3.42	3.01	0.60	1.13	2.61	0.75
B. altitudinis	3.10	2.40	52.01	25.75	6.15	4.52	2.02	1.38	1.83	0.65
B. amyloliquefaciens	3.60	3.79	31.35	35.19	12.66	9.44	0.89	1.35	2.40	0.65
B. aryabhattai	1.88	6.59	38.68	36.03	3.34	4.07	1.08	0.80	2.30	0.58
B. atrophaeus	3.43	3.83	13.13	45.13	6.93	16.34	0.29	0.42	2.60	0.62
B. badius	4.89	5.06	45.47	10.67	2.88	5.19	4.25	0.56	2.90	0.74
B. bataviensis	2.95	3.35	35.21	33.12	2.80	2.85	1.06	0.97	2.62	0.69
B. beijingensis	3.69	2.70	23.12	39.09	2.91	18.05	0.59	0.16	2.50	0.70
B. boroniphilus	2.01	9.00	35.93	10.11	9.14	12.56	3.55	0.72	2.89	0.84
B. butanolivorans	7.56	6.91	12.05	43.47	1.37	3.24	0.28	0.44	2.90	0.64
B. carboniphilus	4.29	4.16	47.05	17.92	6.08	1.96	2.63	3.05	2.65	0.59
B. cellulosilyticus	3.68	15.4	22.09	23.18	5.85	6.85	0.95	0.86	3.29	0.77
B. cereus	5.99	6.11	29.19	4.40	11.84	2.11	6.64	5.62	3.31	0.85
B. cibi	8.32	4.43	45.00	14.66	5.39	5.70	3.06	0.95	2.66	0.74
B. circulans	5.58	4.25	14.02	44.83	1.33	9.85	0.31	0.13	2.70	0.64
B. clausii	3.48	8.14	32.70	18.24	15.58	10.20	1.80	1.53	2.91	0.70
B. coagulaus	3.91	3.45	32.07	31.20	9.23	12.30	1.03	0.75	2.15	0.83
B. cohnii	4.64	3.52	38.11	23.44	3.25	6.29	1.63	0.52	2.87	0.69
B. decisifrondis	11.27	1.7	53.52	6.13	2.63	1.42	8.77	1.86	2.37	0.56
B. decolorationis	1.54	9.40	38.29	27.60	8.79	9.10	1.39	0.97	2.28	0.76
B. drentensis	2.20	2.27	33.43	27.68	3.79	1.79	1.21	2.12	1.80	0.60
B. endophyticus	7.76	10.83	16.09	38.68	2.16	10.64	0.42	0.21	2.79	0.71
B. fastidiosus	1.22	15.73	26.73	32.29	10.41	5.91	0.83	1.76	2.62	0.63
B. flexus	2.66	3.69	26.42	33.28	4.29	8.02	0.79	0.54	2.86	0.77
B. fordii	4.81	1.59	33.17	24.35	8.47	16.03	1.36	0.53	2.76	0.64
B. fortis	3.09	2.21	36.89	28.12	5.67	14.39	1.31	0.40	2.20	0.73
B. fusiformis	12.79	3.51	47.35	11.08	6.98	3.71	4.27	1.89	2.59	0.68
B. galactosidilyticus	2.08	34.24	16.07	27.10	1.27	5.85	0.59	0.22	2.43	0.77
B. gelatini	1.46	1.61	13.91	54.64	3.23	6.86	0.25	0.46	2.22	0.62
B. globisporus	3.44	3.34	35.46	33.93	8.77	9.34	1.05	0.95	2.12	0.75
B. hemicellulosilyticus	2.85	10.94	20.13	42.45	3.98	11.67	0.47	0.34	2.50	0.66
B. horikoshii	3.96	8.13	28.03	9.85	5.35	10.38	2.86	0.52	3.10	0.90
B. humi	6.29	1.74	16.45	51.24	0.39	3.27	0.32	0.12	2.30	0.56
B. indicus	8.56	5.48	39.57	15.41	3.77	5.19	2.57	0.73	2.87	0.80

续表

芽胞杆菌	16:0 iso	16:0	15:0 iso	15:0 anteiso	17:0 iso	17:0 anteiso	15:0 iso/15:0 anteiso	17:0 iso /17:0 anteiso	香农指数	均匀度指数
B. isronensis	4.94	3.34	50.17	3.68	3.92	1.40	13.57	2.79	2.30	0.69
B. koreensis	4.92	4.67	37.27	33.66	3.48	5.44	1.11	0.65	2.25	0.71
B. kribbensis	3.90	2.98	9.35	66.28	0	10.72	0.14	0	1.66	0.59
B. lehensis	3.85	13.39	33.07	17.59	8.90	4.22	1.88	2.12	2.80	0.81
B. lentimorbus	3.59	2.96	37.74	34.00	8.33	8.67	1.11	0.95	2.28	0.57
B. licheniformis	4.56	3.09	37.28	29.35	10.72	10.56	1.27	1.01	2.42	0.65
B. luciferensis	8.28	4.23	30.44	39.46	2.16	5.43	0.77	0.41	2.26	0.71
B. macyae	7.51	11.08	3.11	42.27	0.77	17.66	0.07	0.05	2.65	0.66
B. marisflavi	8.41	2.79	28.27	36.88	1.69	11.18	0.77	0.15	2.25	0.75
B. massiliensis	12.26	2.98	53.62	12.94	5.37	5.97	4.16	0.90	2.31	0.54
B. megaterium	3.53	5.82	30.72	41.72	1.79	4.31	0.74	0.42	2.29	0.66
B. mojavensis	5.26	3.17	15.35	44.86	6.36	15.39	0.34	0.42	2.53	0.68
B. muralis	3.48	7.22	18.42	54.62	1.94	2.48	0.34	0.76	2.27	0.58
B. murimartini	3.93	3.23	28.63	36.58	9.88	10.17	0.78	0.97	2.25	0.75
B. mycoides	6.82	10.04	22.51	3.92	11.01	2.66	5.77	4.07	3.62	0.85
B. nealsonii	4.09	12.85	20.39	32.60	2.46	4.81	0.63	0.52	2.64	0.83
B. niabensis	5.90	24.26	8.13	38.08	2.46	9.90	0.21	0.25	2.52	0.80
B. niacini	7.11	6.6	30.14	18.28	6.24	4.04	1.64	1.55	3.19	0.78
B. novalis	2.97	6.7	39.89	38.59	1.35	3.74	1.03	0.38	2.11	0.57
B. odysseyi	10.8	1.78	51.63	10.90	5.62	3.17	4.73	1.75	2.47	0.59
B. okhensis	4.25	28.58	9.72	33.75	1.61	4.47	0.29	0.36	2.77	0.75
B. okuhidensis	2.02	10.63	31.42	34.32	5.84	8.75	0.92	0.66	2.51	0.63
B. oleronius	2.43	2.94	40.48	19.39	9.44	20.48	2.09	0.46	2.09	0.81
B. panaciterrae	2.76	7.03	39.03	22.57	2.73	2.08	1.73	1.29	2.89	0.66
B. patagoniensis	5.96	3.38	38.32	31.56	5.77	7.39	1.21	0.78	2.27	0.76
B. pseudalcaliphilus	6.41	6.01	20.65	26.97	1.40	10.42	0.77	0.13	3.14	0.83
B. pseudomycoides	6.86	8.82	17.64	3.31	14.78	2.59	5.33	5.69	3.52	0.86
B. psychrosaccharolyticus	1.13	3.63	30.82	40.74	4.18	2.70	0.76	1.56	2.42	0.65
B. psychrotolerans	1.77	1.23	30.29	32.22	0.34	2.28	0.94	0.13	2.68	0.63
B. pumilus	3.02	2.93	51.48	26.35	6.31	3.58	1.95	1.75	2.14	0.56
B. ruris	3.37	28.15	10.60	38.00	4.02	8.91	0.28	0.45	2.43	0.66
B. safensis	3.67	1.97	51.43	27.81	5.57	5.04	1.85	1.12	1.83	0.65
B. selenatarsenatis	3.41	1.62	38.65	26.22	2.08	21.25	1.48	0.10	2.38	0.55
B. selenitireducens	0	3.84	50.93	3.93	3.10	0.86	13.05	3.60	2.21	0.70
B. seohaeanensis	5.23	7.18	7.26	55.80	1.82	14.46	0.13	0.12	2.03	0.64
B. shackletonii	2.95	1.67	39.29	28.61	2.04	19.17	1.37	0.10	2.02	0.67
B. simplex	2.93	8.37	14.78	56.97	1.74	2.76	0.26	0.61	2.00	0.63
B. siralis	5.75	21.49	31.85	17.54	4.00	3.77	1.82	1.05	2.66	0.80
B. soli	3.21	3.09	39.48	34.16	3.44	3.05	1.15	1.10	2.26	0.65

续表

芽胞杆菌	16:0 iso	16:0	15:0 iso	15:0 anteiso	17:0 iso	17:0 anteiso	15:0 iso/15:0 anteiso	17:0 iso /17:0 anteiso	香农指数	均匀度指数
B. sonorensis	3.62	5.52	24.70	29.42	7.60	12.36	0.84	0.61	2.49	0.79
B. sphaericus	6.64	1.71	57.73	9.63	3.78	2.14	6.01	1.81	2.22	0.58
B. subtilis	5.09	3.78	21.38	39.76	12.21	10.71	0.54	1.14	2.50	0.70
B. subtilis subsp. *inaquosorum*	4.4	4.06	25.93	34.85	12.41	10.14	0.74	1.23	2.46	0.69
B. subtilis subsp. *spizizenii*	3.6	3.15	19.94	38.55	12.32	15.47	0.52	0.79	2.45	0.68
B. subtilis subsp. *subtilis*	4.54	3.09	29.24	35.84	11.15	9.19	0.82	1.22	2.42	0.68
B. thuringiensis	2.18	4.75	34.15	5.09	10.74	1.24	6.71	8.92	2.98	0.80
B. vallismortis	4.17	6.13	23.12	29.69	10.53	9.22	0.78	1.14	2.72	0.79
B. vietnamensis	3.93	2.37	19.24	46.82	1.27	11.88	0.41	0.11	2.22	0.70
B. ginsengihumi	1.61	2.07	19.92	33.59	4.70	35.29	0.59	0.13	1.96	0.76
B. pantothenticus	5.32	5.73	9.16	41.32	4.94	28.89	0.22	0.17	2.13	0.76
B. vedderi	26.14	4.41	4.48	31.08	2.07	25.81	0.14	0.08	2.27	0.76

iso-$C_{17:0}$/anteiso-$C_{17:0}$值小于 9，为 0.5～9。该群种类主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（相对含量百分比为 17%～58%）、anteiso-$C_{15:0}$（3%～28%）和 iso-$C_{17:0}$（2%～16%），都含有较高含量的 iso-$C_{15:0}$。含量次之的脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$（0～12.79%）、$C_{16:0}$（1.7%～21.49%）和 anteiso-$C_{17:0}$（0.86%～12.56%），它们的香农指数为 1.83～3.62，均匀度指数为 0.54～0.9。该群内的芽胞杆菌好氧生长。适应于中性偏碱 pH 条件下生长，适宜生长 pH 为 7～11。适应生长温度范围较窄，为 10～40℃。耐盐性较差，耐盐浓度平均为 2%。该群包含了 26 个种，即 *B. altitudinis*、*B. pumilus*、*B. safensis*、*B. cohnii*、*B. panaciterrae*、*B. cibi*、*B. indicus*、*B. badius*、*B. carboniphilus*、*B. isronensis*、*B. selenitireducens*、*B. massiliensis*、*B. odysseyi*、*B. fusiformis*、*B. decisifrondis*、*B. sphaericus*、*B. mycoides*、*B. pseudomycoides*、*B. cereus*、*B. thuringiensis*、*B. boroniphilus*、*B. horikoshii*、*B. lehensis*、*B. niacini*、*B. clausii* 和 *B. siralis*。利用 iso-$C_{15:0}$/anteiso-$C_{15:0}$值和 10 种参数可以进一步分为 5 个亚群。

2. 第 II 群定义为广温芽胞杆菌脂肪酸群

该群的脂肪酸 iso-$C_{15:0}$/anteiso-$C_{15:0}$值小于 1.5，比值为 0.5～1.5（除了 *B. oleronius* 比值为 2.09 之外）；iso-$C_{17:0}$/anteiso-$C_{17:0}$值小于 1.8，为 0.1～1.8。该群种类主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（15%～41%）、anteiso-$C_{15:0}$（19%～42%）和 anteiso-$C_{17:0}$（2%～22%），都含有较高含量的 anteiso-$C_{15:0}$。含量次之的脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$（1.05%～10.52%）、$C_{16:0}$（1.23%～20.37%）和 iso-$C_{17:0}$（0～12.66%），香农指数为 1.8～3.29，均匀度指数为 0.55～0.85。该群内的芽胞杆菌基本好氧生长。适应于中性偏碱 pH 条件下生长，适宜生长 pH 为 7～11。适应生长温度范围较宽，为 5～50℃。耐盐性较差，平均耐盐浓度为 4%。该群包含了 40 个种，即 *B. selenatarsenatis*、*B. shackletonii*、*B. fordii*、*B. fortis*、*B. oleronius*、*B. murimartini*、*B. subtilis* subsp. *subtilis*、*B. amyloliquefaciens*、*B. subtilis* subsp. *inaquosorum*、*B. coagulaus*、*B. sonorensis*、*B. vallismortis*、*B. flexus*、*B. subtilis*、*B. subtilis* subsp. *spizizenii*、*B. beijingensis*、*B. aryabhattai*、*B. novalis*、*B. koreensis*、*B. soli*、*B. bataviensis*、*B. globisporus*、*B. lentimorbus*、*B. patagoniensis*、*B. licheniformis*、*B. decolorationis*、

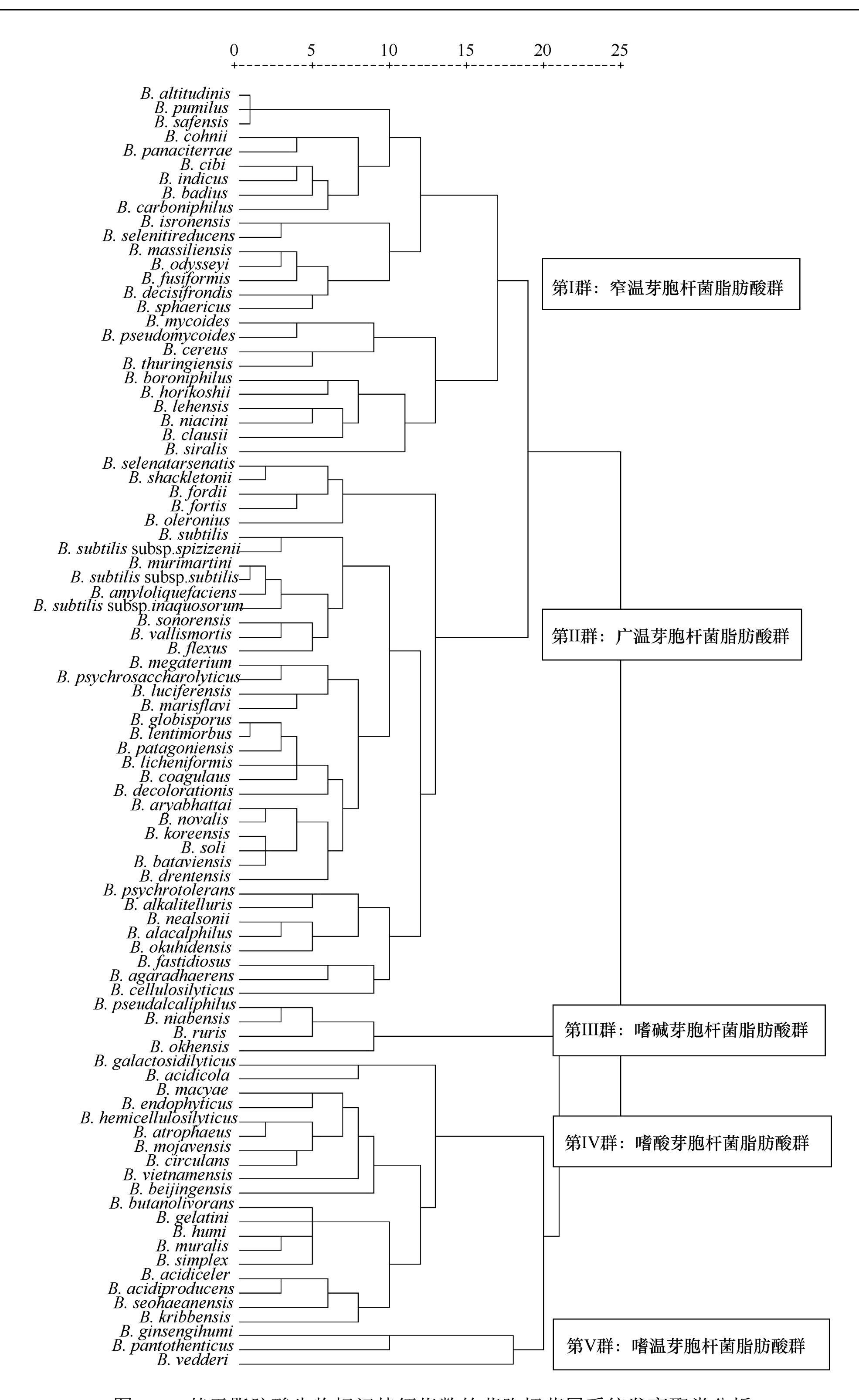


图 5-2　基于脂肪酸生物标记特征指数的芽胞杆菌属系统发育聚类分析

B. drentensis、*B. megaterium*、*B. psychrosaccharolyticus*、*B. luciferensis*、*B. marisflavi*、*B. psychrotolerans*、*B. alkalitelluris*、*B. nealsonii*、*B. alacalphilus*、*B. okuhidensis*、*B. fastidiosus*、*B. agaradhaerens*、*B. cellulosilyticus*、*B. pseudalcaliphilus*。该类群内的成员比较多，脂肪酸生物标记差异性较大，因此可进一步再分为 4 个亚群。

3. 第 III 群定义为嗜碱芽胞杆菌脂肪酸群

该群的脂肪酸 iso-$C_{15:0}$/anteiso-$C_{15:0}$ 值小于 0.6，比值为 0.2～0.6；iso-$C_{17:0}$/anteiso-$C_{17:0}$ 值小于 0.5，为 0.2～0.5。该群种类主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（8%～16%）、anteiso-$C_{15:0}$（27%～38%）和 $C_{16:0}$（24%～35%），都含有较高含量的 anteiso-$C_{15:0}$。含量次之的脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$（2.08%～5.9%）、iso-$C_{17:0}$（1.27%～4.02%）和 anteiso-$C_{17:0}$（4.47%～9.9%），香农指数为 2.43～2.77，均匀度指数为 0.6～0.88。该群内的芽胞杆菌兼性厌氧生长。适应于碱性 pH 条件下生长，适宜生长 pH 为 8～11。适应生长温度范围较窄，为 25～40℃。耐盐性较差，平均耐盐浓度为 4%。该群包含 4 个种，即 *B. nealsonii*、*B. ruris*、*B. okhensis*、*B. galactosidilyticus*。

4. 第 IV 群定义为嗜酸芽胞杆菌脂肪酸群

该群的脂肪酸 iso-$C_{15:0}$/anteiso-$C_{15:0}$ 值小于 0.5，比值为 0.05～0.5；iso-$C_{17:0}$/anteiso-$C_{17:0}$ 值小于 0.8，为 0～0.8。该群种类主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（3%～21%）、anteiso-$C_{15:0}$（38%～66%）和 anteiso-$C_{17:0}$（2%～18%），都含有较高含量的 anteiso-$C_{15:0}$。含量次之的脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$（1.46%～9.35%）、$C_{16:0}$（1.61%～11.08%）和 iso-$C_{17:0}$（0～6.93%），香农指数为 1.66～2.9，均匀度指数为 0.56～0.76。该群内的芽胞杆菌兼性好氧生长。适应于中性偏酸 pH 条件下生长，适宜生长 pH 为 4～7。适应生长温度范围较宽，为 5～55℃。耐盐性较差，平均耐盐浓度为 4%。该群包含 17 种，即 *B. acidicola*、*B. macyae*、*B. endophyticus*、*B. hemicellulosilyticus*、*B. atrophaeus*、*B. mojavensis*、*B. circulans*、*B. vietnamensis*、*B. butanolivorans*、*B. gelatini*、*B. humi*、*B. muralis*、*B. simplex*、*B. acidiceler*、*B. acidiproducens*、*B. seohaeanensis*、*B. kribbensis*。根据 iso-$C_{15:0}$/anteiso-$C_{15:0}$ 值可进一步分为 3 个亚群。

5. 第 V 群定义为嗜温芽胞杆菌脂肪酸群

该群的脂肪酸 iso-$C_{15:0}$/anteiso-$C_{15:0}$ 值小于 0.6，比值为 0.1～0.6；iso-$C_{17:0}$/anteiso-$C_{17:0}$ 值小于 0.2，为 0.08～0.20。该群种类主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（4%～20%）、anteiso-$C_{15:0}$（30%～42%）和 anteiso-$C_{17:0}$（25%～36%），都含有较高含量的 anteiso-$C_{15:0}$。含量次之的脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$（1.61%～26.14%）、$C_{16:0}$（2.07%～4.41%）和 iso-$C_{17:0}$（2.07%～4.7%），香农指数为 1.96～2.27，均匀度指数均为 0.76。该群内的芽胞杆菌兼性好氧，适应于中性偏碱 pH 条件下生长，适宜生长 pH 为 7～11。适应高温生长，温度为 25～50℃。具有较强的耐盐性，平均耐盐浓度为 10%。该群包含 3 个种，即 *B. ginsengihumi*、*B. pantothenticus* 和 *B. vedderi*。

五、讨论

1. 芽胞杆菌脂肪酸分布特性

利用脂肪酸微生物鉴定系统（Sherlock MIS）检测了芽胞杆菌属 90 个种（亚种）的

脂肪酸组成，共检测到29个脂肪酸生物标记，其中，含量最高的前6个脂肪酸生物标记，即 $C_{16:0}$、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$和anteiso-$C_{17:0}$是芽胞杆菌属脂肪酸分群的主要指标。$C_{16:0}$是革兰阳性细菌特征脂肪酸，iso-$C_{15:0}$和anteiso-$C_{15:0}$是芽胞杆菌分属特征脂肪酸，iso-$C_{17:0}$和anteiso-$C_{17:0}$是芽胞杆菌分种特征脂肪酸，iso-$C_{15:0}$/anteiso-$C_{15:0}$值是芽胞杆菌分群特征脂肪酸。芽胞杆菌脂肪酸的种类和数量变动与其细胞生物学特性相关，Kaneda（1977）发现细菌细胞膜的流动性水平主要受支链脂肪酸 $C_{12:0}$、$C_{13:0}$和甲基 $C_{14:0}$的影响。支链脂肪酸在细菌分类学上具有重要的价值，它的组成和含量通常可以作为一种分类标记。芽胞杆菌属脂肪酸大多为支链饱和脂肪酸，其特征脂肪酸为anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$和anteiso-$C_{17:0}$。脂肪酸在微生物分类鉴定方面具有广泛的应用，如邝玉斌等通过气相色谱对10种芽胞杆菌模式菌株进行鉴定分析，Diogo等（1999）发现利用脂肪酸可以区分军团菌（*Legionella*）大部分种类，Whittaker等（2007）证明脂肪酸分析可以快速灵敏地鉴定土拉热弗朗西斯菌（*Francisella tularensis*）。

2. 脂肪酸实验误差的消除

通过大量统计分析实验，作者从芽胞杆菌脂肪酸生物标记的数据中，选择了6个基础脂肪酸，构建了10个脂肪酸生物标记统计量，组成芽胞杆菌脂肪酸系统发育分析指标，即iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{15:0}$/anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$/anteiso-$C_{17:0}$、脂肪酸生物标记的香农指数（H'）和均匀度指数（J）。其中，iso-$C_{15:0}$/anteiso-$C_{15:0}$代表芽胞杆菌属的分化（Kämpfer，1994），iso-$C_{17:0}$/anteiso-$C_{17:0}$代表芽胞杆菌种的分化，脂肪酸生物标记香农指数（H'）用于平衡脂肪酸生物标记奇异产生，脂肪酸生物标记均匀度指数（J）用于平衡脂肪酸生物标记检测误差。利用以上10个脂肪酸参数对芽胞杆菌属90个种（亚种）进行聚类，可将芽胞杆菌属分为5个脂肪酸群，即窄温芽胞杆菌脂肪酸群、广温芽胞杆菌脂肪酸群、嗜碱芽胞杆菌脂肪酸群、嗜酸芽胞杆菌脂肪酸群和嗜温芽胞杆菌脂肪酸群，这些类群的划分，展示出了与芽胞杆菌生物学特性相关的脂肪酸群系统发育的概况。

3. 芽胞杆菌脂肪酸系统发育

脂肪酸是微生物系统发育研究中的一个重要指标，其组成和含量具有微生物种属特异性。Sasser和Smith（1987）研究假单胞菌和其他一些具有相同表型的纯培养物时，结果表明脂肪酸甲酯分析与rRNA及rDNA分析结果具有良好的一致性。Holmes等（1993）通过脂肪酸组成来分析比较无色小杆菌属（*Achromobacter*）各菌株间的关系，这种关系与全细胞蛋白质电泳图谱分析、DNA-DNA及rRNA-DNA杂交结果一致。Kämpfer（1994）的研究结果表明，脂肪酸生物标记具有较稳定的遗传性，很可能会成为芽胞杆菌属分类鉴定的一种快速有效的手段。Sikorski等（2008）研究 *B. simplex* 在以色列“进化谷”中的系统发育关系，模拟了进化谷的生态环境，分析结果证明微生物系统发育包含多种脂肪酸组成、基因和细胞膜变化。Ehrhardt等（2010）通过脂肪酸组成可以区分不同培养基上的蜡样芽胞杆菌的芽胞，表明脂肪酸分析是一种研究芽胞杆菌营养条件系统发育的有效手段。以上研究结果为芽胞杆菌属脂肪酸系统发育分析提供了坚实的基础和提高可靠性。

4. 窄温芽胞杆菌脂肪酸群特性

窄温芽胞杆菌脂肪酸群中的脂肪酸 iso-$C_{15:0}$/anteiso-$C_{15:0}$ 比值大于 1.5，特征脂肪酸为 iso-$C_{17:0}$ 和 $C_{16:0}$，这与 Kämpfer（1994）研究结论一致。*B. safensis*、*B. altitudinis* 和 *B. pumilus* 三种菌的脂肪酸系统发育关系很近，本研究与 Satomi 等（2006）和 Shivaji 等（2006）利用 16S rRNA 研究的结果一致，他们研究发现 *B. pumilus* 的近缘种为 *B. safensis* 和 *B. altitudinis*，利用 16S rRNA 序列难以将其分开，作者利用脂肪酸系统发育能很好地将这三个种分开。*B. cohnii* 和 *B. panaciterrae* 的脂肪酸组成相似，系统发育亲缘关系很近，这与 Kämpfer（1994）的报道结果一致。*B. cibi*、*B. indicus*、*B. badius*、*B. carboniphilus* 聚为一个大分支，很大的可能是因为同时含有一定量的 $C_{16:1\omega7c}$ alcohol 和 $C_{16:1\omega11c}$。$C_{16:1\omega7c}$ alcohol 和 $C_{16:1\omega11c}$ 可能为特征性脂肪酸，目前未见文献报道这些种的脂肪酸组成的可比较数据。球形芽胞杆菌、纺锤形芽胞杆菌、*B. odysseyi* 和 *B. massiliensis* 的脂肪酸类型相似，四者的亲缘关系也较相近（Ahmed et al.，2007a；Jung et al.，2012）。*B. isronensi* 和 *B. decisifrondis* 利用脂肪酸微生物鉴定系统（Sherlock MIS）检测匹配为球形芽胞杆菌，其原因是该系统中没有这两个种的信息，推断这两种可能与球形芽胞杆菌系统发育亲缘关系密切。Shivaji 等（2009）研究发现 *B. isronensi* 与球形芽胞杆菌的亲缘关系很近，Zhang 等（2007）证明 *B. decisifrondis* 与球形芽胞杆菌具有很高的亲缘关系，两人的研究结果证明了本群的推断，这表明芽胞杆菌脂肪酸系统发育分析的可靠性。*B. selenitireducens* 与 *B. isronensi* 聚为一个分支，主要是根据两者的脂肪酸生物标记指数非常相近。蜡样芽胞杆菌、苏云金芽胞杆菌、蕈状芽胞杆菌和假蕈状芽胞杆菌的脂肪酸组成与 Lawrence 等（1991）、Kämpfer（1994）、Kaneda（1977）和 Jung 等（2012）的报道一致，含有高的 iso-$C_{15:0}$ 和低量的 anteiso-$C_{15:0}$。Nakamura 和 Jackson（1995）研究证明蜡样芽胞杆菌与蕈状芽胞杆菌及蜡样芽胞杆菌与苏云金芽胞杆菌的 DNA-DNA 同源性分别为 22%～44% 和 59%～69%。假蕈状芽胞杆菌可以通过脂肪酸生物标记 iso-$C_{12:0}$ 和 anteiso-$C_{13:0}$ 与蕈状芽胞杆菌区分开，通过 iso-$C_{12:0}$、$C_{12:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$ 与蜡样芽胞杆菌区分开，这与 Nakamura 等发表假蕈状芽胞杆菌时的脂肪酸结果相同。尽管窄温芽胞杆菌脂肪酸群的种类相互之间很难用 DNA 分子手段区分开，但是通过脂肪酸组成可以快速且明显地将彼此区分开。*B. boroniphilus*、*B. panaciterrae* 的脂肪酸组成与前人（Kämpfer，1994；Ahmed et al.，2007a）的研究结果基本一致，*B. lehensis* 与其发表时的原始文献中描述的不完全相同（Ghosh et al.，2007）。到目前为止，未见 *B. horikoshi*、*B. siralis* 和 *B. niacini* 脂肪酸相关数据的文献报道。

5. 广温芽胞杆菌脂肪酸群特性

广温芽胞杆菌脂肪酸群中的脂肪酸 iso-$C_{15:0}$/anteiso-$C_{15:0}$ 值小于 1.5，该群的特征脂肪酸为 anteiso-$C_{17:0}$ 和 $C_{16:0}$。*B. fortis*、*B. shackletonii* 和 *B. fordii* 与 *B. oleronius* 的脂肪酸组成皆与已知文献报道基本一致，脂肪酸系统发育分析结果与 DNA 分子系统发育分析结果基本一致（Logan et al.，2004a；Heyndrickx，2004），*B. selenatarsenatis* 的脂肪酸与原始文献有一定差异（Yamamura et al.，2007），可能与测定条件有一定相关性。该群中的枯草芽胞杆菌、解淀粉芽胞杆菌、*B. sonorensis*、*B. vallismortis* 的脂肪酸组成与文献报道基

本相同，在系统发育上，用 DNA 和脂肪酸分析的结果一致（Palmisano et al.，2001；Kämpfer，1994；Roberts et al.，1996）。从形态特征、生理生化特征和 16S rRNA 分析结果，无法将上述芽胞杆菌与枯草芽胞杆菌相互区分开，而通过脂肪酸分析能够轻易分开。*B. novalis*、*B. soli* 和 *B. bataviensis* 的脂肪酸组成与 Heyrman 等（2004）报道一致，它们的 16S rRNA 同源性很高（98%以上），难以区分，但通过脂肪酸系统发育可以将其准确区分开。*B. globisporus* 与 *B. lentimorbus* 的脂肪酸类型相似，但是两者的 DNA 分子亲缘关系相差较大，其原因值得进一步研究。本群中 8 种菌，即 *B. agaradhaerens*、*B. alacalphilus*、*B. alkalitelluris*、*B. cellulosilyticus*、*B. fastidiosus*、*B. nealsonii*、*B. okuhidensis*、*B. pseudalcaliphilus* 的脂肪酸系统发育分析发现，它们的亲缘关系较近，聚为一个分支。除了芽胞杆菌属的特征脂肪酸（iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$）外，$C_{16:0}$ 脂肪酸含量较高（10%～21%）。16S rRNA 分析结果表明，它们之间的亲缘关系也较近（Nielsen et al.，1995）。本群中 *B. alkalitelluris* 和 *B. alcalophilus* 的脂肪酸组成与前人报道的一致（Lee et al.，2008）。目前，未见该群中其他 6 种脂肪酸组成分析的报道。

6. 嗜碱芽胞杆菌脂肪酸群特性

嗜碱芽胞杆菌脂肪酸群中的脂肪酸 iso-$C_{15:0}$/anteiso-$C_{15:0}$ 值小于 0.6，该群种类都含有高含量的 $C_{16:0}$，为该群的特征脂肪酸。*B. ruris*、*B. niabensis*、*B. galactosidilyticus* 的脂肪酸组成与前人报道一致（Heyndrickx et al.，2005）。本研究首次报道了 *B. okhensis* 的脂肪酸组成。脂肪酸系统发育分析与 DNA 分子系统发育分析结果一致，表明它们与 *B. galactosidilyticus* 的亲缘关系很近（Kwon et al.，2007）。

7. 嗜酸芽胞杆菌脂肪酸群特性

嗜酸芽胞杆菌脂肪酸群中的脂肪酸 iso-$C_{15:0}$/anteiso-$C_{15:0}$ 值小于 0.5。*B. muralis* 与 *B. simplex* 的分子系统发育结果表明两者具有较近的亲缘关系，本群种类的脂肪酸系统发育分析结果与 DNA 分子系统发育分析结果完全一致。*B. kribbensis* 和 *B. acidiproducens* 与文献（Jung et al.，2009；Lim et al.，2007）报道的脂肪酸组成相同。*B. mojavensis* 和 *B. atrophaeus* 是从枯草芽胞杆菌分化出来的种，根据脂肪酸类型发现两者与枯草芽胞杆菌非同一种。目前，尚未见 *B. macyae* 脂肪酸数据的可比较报道。

8. 嗜温芽胞杆菌脂肪酸群特性

嗜温芽胞杆菌脂肪酸群中的脂肪酸 iso-$C_{15:0}$/anteiso-$C_{15:0}$ 值小于 0.6。该群种类都含有高含量的 anteiso-$C_{17:0}$，为该群的特征脂肪酸。*B. pantothenticus* 的脂肪酸含量及 iso-$C_{15:0}$/anteiso-$C_{15:0}$ 值与 Kämpfer（1994）的结果一致。

9. 脂肪酸系统发育与 16S rRNA 系统发育互补性

脂肪酸系统发育分析与 16S rRNA 系统发育分析具有互补性，一些用 16S rRNA 无法鉴定到种的芽胞杆菌，可以通过脂肪酸鉴定加以区分，同时，16S rRNA 分类的保守性和稳定性又补充了脂肪酸分类的过于灵敏性和受环境影响的特性。通过本研究发现脂肪酸系统发育分析具有生物学意义，可以弥补 16S rRNA 系统发育分析脱离生物学特性的缺

陷。刘波（2011）的《微生物脂肪酸生态学》中比较分析了脂肪酸与 16S rRNA 两种鉴定方法，结果表明，98%的芽胞杆菌种类用脂肪酸鉴定结果与 16S rRNA 分子鉴定结果相同，可以作为脂肪酸芽胞杆菌种类快速鉴定的方法，特别在 16S rRNA 分子鉴定无法区别时，脂肪酸鉴定表现出细胞脂肪酸组分及其含量的特异性。张晓霞等（2009）利用脂肪酸组成对不动杆菌属进行鉴定，研究结果表明脂肪酸鉴定结果和 16S rRNA 基因分析的结果一致，在种水平上利用 16S rRNA 基因系统发育分析的结果与脂肪酸组分分析的结果可互为补充，相互印证。因此，脂肪酸生物标记成为芽胞杆菌系统发育分析的重要指标，并且与芽胞杆菌的生物学特性相关联，具有独特的优越性。

第二节 基于全基因组芽胞杆菌系统发育

一、概述

1. 基于全基因的物种间亲缘遗传关系描述

生物的分类，鉴定及亲缘进化关系一直是生物界的研究热点。对于原核生物而言，除了传统的形态学观察、生理生化反应、免疫学方法、生物化学特性研究等传统方法外（Han et al.，2010；Kwong and Moran，2013；Vaishampayan et al.，2009），基因组序列分析也是判定微生物分类及亲缘进化关系的一个常规方法（Mishra et al.，2013a）。最常见的就是对物种间核酸（AT/CG）含量进行简单比较或者全基因组的比对。但是研究发现染色体水平上 AT/CG 含量更受物种生活环境的影响，有时与其分类地位并不相关，因此 AT/CG 含量并不能为其亲缘进化关系提供全面可靠的信息量。同时，在生物进化过程中，物种的某些小片段或者信息含量较低的基因，容易发生回复突变、趋同突变（Rokas et al.，2003）、杂交和渐渗、基因水平转移（Guo and Ge 2005）、基因重复后的拷贝丢失（Wolfe and Shields，1997）及谱系分选等（Comas et al.，2007）。对于所有原核生物界分类系统来说，目前最主要的问题是无法找到所有类群中都存在的基因，因此迫切需要寻找和构建一个基于基因信息能准确全面地描述物种间亲缘遗传关系的变量参数。

2. 同源基因是物种构建亲缘遗传进化关系的依据

同源基因是物种构建亲缘遗传进化关系的依据，平均核苷酸同源性（ANI）是基于物种全基因组序列，通过分析比较同源基因序列来判定物种间遗传关联性的重要参数（Chan et al.，2012）。ANI 的计算涉及大量的基因，与单基因如 16S rRNA 基因相比，其亲缘性计算中并不受单个基因或者少数基因变化的遗传速率和基因水平转移影响，即使物种基因组中有很大一部分基因发生不同进化历史，由于某些基因的进化快于基因组的速率，而某些基因的进化慢于基因组速率，其对物种 ANI 的影响很小，几乎可以忽略（Pride et al.，2003）。ANI 与 16S rRNA 基因序列的同源性相关，并且可以克服在种水平上 0%～30%平均核苷酸错配中存在的 0～5%的 16S rRNA 基因错配引起的 16S rRNA 基因区分不充分的问题。另外，研究发现基因的同义突变的平均速率与 ANI 具有直接的相关性，可以有效描述进化距离（Pride et al.，2003）。Bohlin 和 Skjerve（2009）证实 ANI 与作为原核生物基因组中基因组标签的四核苷酸（Tetra）具有相关性，四核苷酸的频率具有种

属特异性，可作为判别基因同源性的标准（Bohlin and Skjerve，2009）。Konstantinidis 和 Tiedje（2007）报道假单胞菌中 ANI 与 DNA-DNA 杂交具有线性相关，70%的 DNA-DNA 杂交相当于 93%～94%的 ANI（Konstantinidis and Tiedje，2007）。目前 ANI 在原核生物新种鉴定上报道较多，而对于芽胞杆菌（同一物种），如属间、属内种间、种内亚种间 ANI 的特性研究未见报道。

3. 芽胞杆菌近缘属种全基因 ANI 关联性

以芽胞杆菌属及近缘种的全基因组序列为研究对象，利用 JSpecies 软件分析芽胞杆菌科属间、芽胞杆菌属种间、种内不同株型、种与亚种及亚种间的 ANI 分布特性，以及 ANI 与基因组四核苷酸频次相关系数之间的关联性，为芽胞杆菌属的亲缘遗传进化的深入研究提供参考，同时也为物种亲缘关系的研究提供一种新模式。

二、研究方法

1. 供试芽胞杆菌及近缘种全基因组序列和数据来源

供试芽胞杆菌及近缘种全基因组序列和数据来源均来源于公共数据库美国国立生物技术信息中心 NCBI（http：//www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/?term=bacillus）和基因组研究所（TIGR）的简明微生物基因组资源 CMR（Comprehensive Microbial Ressource）（http：//cmr.jcvi.org/cgi-bin/CMR/shared/ Genomes. cgi? search_term =bacillus），所有基因序列数据均以 Fasta 格式下载并保存。

2. JSpecies v1.2.1 软件的安装及 ANI 值计算

ANI 值通过 JSpecies v1.2.1 软件计算实现（Richter and Rosselló-Móra，2009）。JSpecies v1.2.1 软件下载于 http：//www.imedea.uib.es/jspecies/download.html，其安装及使用说明见 http：//www.imedea. uib-csic. es/jspecies/docu.html。附加程序数据包 blast-2.2.26-ia32 从 ftp：//ftp.ncbi.nlm.nih.gov/blast/下载，并植入软件 JSpecies 中，具体步骤参见 JSpecies 安装说明。

3. 芽胞杆菌属间 ANI 值典型性比较

从 NCBI 和 CMR 数据库中下载芽胞杆菌科（Bacillaceae）内 6 个属的代表性菌株的全基因组序列，6 个属分别为 *Oceanobacillus*、*Amphibacillus*、*Anoxybacillus*、*Halobacillus*、*Geobacillus* 和 *Lysinibacillus*，代表性菌株具体信息见表 5-5。

4. 芽胞杆菌种间 ANI 值典型性比较

选取芽胞杆菌属中 16 种代表性菌株的全基因组序列进行种间 ANI 值比较，具体信息见表 5-6。

5. 芽胞杆菌亚种间 ANI 值典型性比较

选取苏云金芽胞杆菌（*Bacillus thuringiensis*）种内 5 个不同的血清型和枯草芽胞杆菌 3 个不同亚种的全基因组序列进行种间 ANI 值比较，具体信息见表 5-7。

表 5-5 供试芽胞杆菌属代表性菌株

简称	菌株名称	GenBank 登录号
OceanoB.sp	*Oceanobacillus iheyensis* HTE831	NC_004193.1
AmphiB.sp	*Amphibacillus xylanus* NBRC15112	NC_018704.1
AnoxyB.sp	*Anoxybacillus flavithermus* WK1	NC_011567.1
HaloB.sp	*Halobacillus halophilus* DSM2266	NC_017668.1
GeoB.sp	*Geobacillus thermodenitrificans* NG80-2	NC_009328.1
LysiniB.sp	*Lysinibacillus sphaericus* C3-41	NC_010382.1

注：数据导入 JSpecies 软件，进行 Blast 双向比对计算 ANI 值，结果以 ANIb 值显示，其中比对域值–E 设置为 1e–15，ANI 计算参数设置分别为同源性（identity）>30%，匹配率>70%，基因长度为 1020

表 5-6 代表性菌株信息表

简称	GenBank 登录号	菌株名称	简称	GenBank 登录号	菌株名称
Amy1	NC_014551.1	*Bacillus amyloliquefaciens* DSM 7	Ant1	NC_012659.1	*Bacillus anthracis* str. A0248
Atr1	NC_014639.1	*Bacillus atrophaeus* 1942	Wei	NC_010184.1	*Bacillus weihenstephanensis* KBAB4
Cer1	NC_012472.1	*Bacillus cereus* 03BB102	Sel	NC_014219.1	*Bacillus selenitireducens* MLS10
Thu1	NC_014171.1	*Bacillus thuringiensis* BMB171	Sub1	NC_019948.1	*Bacillus subtilis* BEST7613
Cyt	NC_009674.1	*Bacillus cytotoxicus* NVH 391-98	Meg1	NC_014103.1	*Bacillus megaterium* DSM 319
Hal	NC_002570.2	*Bacillus halodurans* C-125	Coa	NC_015634.1	*Bacillus coagulans* 2-6
Lic1	NC_021362.1	*Bacillus licheniformis* 9945A	Pse	NC_013791.2	*Bacillus pseudofirmus* OF4
Cla	NC_006582.1	*Bacillus clausii* KSM-K16	Pum	NC_009848.1	*Bacillus pumilus* SAFR-032

表 5-7 供试芽胞杆菌亚种代表性菌株信息

简称	GenBank 登录号	菌株名称
Thu-chinensis	NC_017208.1	*Bacillus thuringiensis* serovar *chinensis* CT-43
Thu-finitimus	NC_017200.1	*Bacillus thuringiensis* serovar *finitimus* YBT-020
Thu- konkukian	NC_005957.1	*Bacillus thuringiensis* serovar *konkukian* str. 97-27
Thu-kurstaki	NC_020238.1	*Bacillus thuringiensis* serovar *kurstaki* str. HD73
Thu-thuringiensis	NC_020376.1	*Bacillus thuringiensis* serovar *thuringiensis* str. IS5056
Sub-natto	NC_017196.1	*Bacillus subtilis* subsp. *natto* BEST195
Sub-spizizenii	NC_014479.1	*Bacillus subtilis* subsp. *spizizenii* str. W23
Sub-subtilis	NC_020507.1	*Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* 6051-HGW

6. 芽胞杆菌基因组四核苷酸回归系数的计算

基因组中四核苷酸回归系数的计算通过 JSpecies 软件实现，基因序列以 Fasta 格式导入，对 ANI 值及相对应的四核苷酸回归系数进行散点图分析并拟合回归，另外选择大于 70%的 ANIb 值及相对应的四核苷酸值进行回归分析。

7. 数据分析

基于 ANI 值属间系统进化树构建，以属为自变量，各属两两之间的 ANI 值为因变量，构建数据矩阵，以欧氏距离为尺度，采用类平均法，通过分析软件 SPSS 进行系统聚类。基于 16S rRNA 基因序列系统进化树的构建，通过 Mega 5.0 软件，在线导入 16S rRNA 基因序列，用类平均法进行聚类。ANI 值与基因四核苷酸回归系数的散点图分析通过

Origin 8.0 软件实现。

三、芽孢杆菌属间 ANI 值分布情况

1. 芽孢杆菌属间 ANI 值

芽孢杆菌属间ANI值分布情况见表5-8，供试7个属（*Bacillus*、*Geobacillus*、*Amphibacillus*、*Anoxybacillus*、*Halobacillus*、*Lysinibacillus*、*Oceanobacillus*）的 7 株代表性芽孢杆菌属基因组经 Blast P 双向比对，正向 ANI 值置于下三角，反向 ANI 值置于上三角，共得到 49 个 ANI 值。7 个属自己对比的 ANI 值定义为 100%。当属间两物种间的直系同源基因同源性 ANI 值低于 50%时，统一记为 50%，尽管它们的值可以是 20%、40%等。属间两两双向比对的 42 个 ANI 值全部低于 70%，取值为 50%～69.42%。表明芽孢杆菌在属间的基因组水平的平均核苷酸同源性（ANI）低，属的 ANI 划分界限建议定为<65%，当 ANI 值高于 65%时，结合其他特征进行分析，以确定属的划分。

表 5-8　芽孢杆菌属间 ANI 值　（单位：%）

属名	*Lysinibacillus*	*Halobacillus*	*Oceanobacillus*	*Geobacillus*	*Anoxybacillus*	*Amphibacillus*	*Bacillus*
Lysinibacillus	100.00	65.85	66.42	50.00	50.00	50.00	67.83
Halobacillus	65.40	100.00	50.00	50.00	50.00	50.00	65.90
Oceanobacillus	50.00	66.70	100.00	50.00	50.00	50.00	66.80
Geobacillus	66.01	65.99	50.00	100.00	50.00	65.83	67.23
Anoxybacillus	67.51	50.00	50.00	50.00	100.00	66.76	69.42
Amphibacillus	66.25	66.41	50.00	63.92	65.73	100.00	67.01
Bacillus	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	66.38	100.00

注：当属间两物种间的直系同源基因同源性 ANI 值低于 50%时，统一记为 50%

2. ANI 与 16S rRNA 系统发育分析比较

以表 5-8 为矩阵，以欧氏距离为尺度，用类平均法进行系统聚类，结果见图 5-3。可将供试的 7 个属分为两类，第一类包含了 *Halobacillus*、*Lysinibacillus* 和 *Oceanobacillus* 三个属，第二类包含了 *Bacillus*、*Geobacillus*、*Amphibacillus* 和 *Anoxybacillus* 4 个属，表明了属的系统进化关系。与 16S rRNA 系统发育树比较（图 5-4），系统发育总体结构与 ANI 系统进化相似，也分为两个大类，第一类与第二类所包含的芽孢杆菌及其近缘属相似，但在第二类的系统发育中，供试的 4 个属基于全基因组的平均核酸同源性（ANI）系统发育重新调整，各属之间的亲缘进化距离重新划分，如 16S rRNA 系统进化中 *Lysinibacillus* 与 *Bacillus* 聚为一支，*Geobacillus* 与 *Anoxybacillus* 聚为一支（图 5-4），区别于 ANI 系统发育聚类分析（图 5-3）。

四、芽孢杆菌种间 ANI 值分布情况

1. 芽孢杆菌种间 ANI 值

芽孢杆菌种间 ANI 值计算结果见表 5-9，可以看出 ANI 的分布呈现取值范围广的特

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



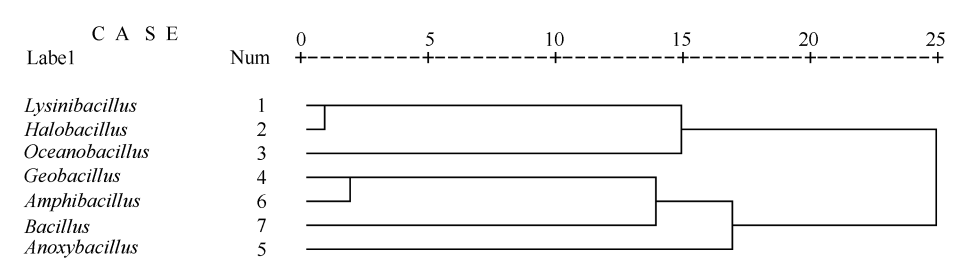


图 5-3　基于 ANI 值的芽胞杆菌属间系统发育树（刘波等，2014）

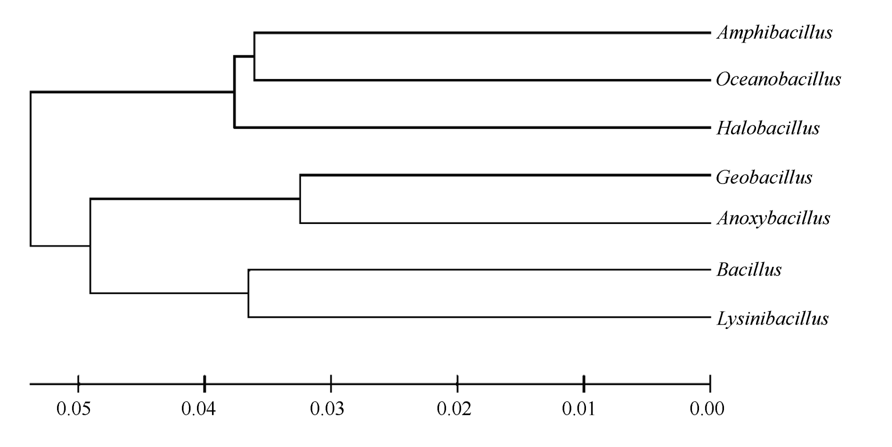


图 5-4　基于 16S rRNA 基因序列的芽胞杆菌属间系统发育树（刘波等，2014）

性。基于全基因组序列双向比对计算，芽胞杆菌 16 个种两两之间 ANI 值一共有 171 对，其中只有 1 个，即 Cer1= *Bacillus cereus* 03BB102 和 Ant1= *Bacillus anthracis* str. A0248 的 ANI 值为 97.44%，文献表明这两个种为一组，遗传背景相距很近。其余 170 对均低于 95%，分布在 93.81%～63.77%，其中有 142 对 ANI 值位于 64.77%～68.4%，占 82.45%，10 对 ANI 值分布于 68.7%～72.03%，占 5.85%，其余 18 对 ANI 值零散地分布于 75.66%～93.81%，占 11.11%。

2. 芽胞杆菌种间 ANI 值界限

芽胞杆菌种间 ANI 值分布情况见图 5-5。通过对芽胞杆菌种间 ANI 的加权平均计算，取值为 60%～95%，计算得到的加权平均数为 70.12%，ANI 值低于 70%的种占了 90.0%，可将 ANI 值作为种类鉴别的参考特征值，建议定为 65%～90%，ANI 高于 90%的种类，可能为亚种，必须结合其他特征进行分析，低于 65%，可以考虑属的建立。

五、芽胞杆菌亚种间 ANI 分布情况

1. 芽胞杆菌亚种间 ANI 值

B. thuringiensis 种内 5 个亚种间 ANI 值见表 5-10。5 株代表性苏云金芽胞杆菌亚种

表 5-9　芽胞杆菌种间 ANI 值　（单位：%）

菌株编号	Meg1	Amy1	The	Kau	Ant1	Hal	Lic1	Thu1	Wei	Cyt
Meg1	100.00									
Amy1	67.71	100.00								
The	67.28	67.60	100.00							
Kau	66.96	67.69	83.34	100.00						
Ant1	69.37	66.95	67.22	66.27	100.00					
Hal	67.11	66.73	67.09	66.76	66.98	100.00				
Lic1	67.62	72.05	67.93	68.10	66.51	66.53	100.00			
Thu1	69.33	66.72	67.17	66.33	91.48	66.95	66.33	100.00		
Wei	69.14	66.69	67.17	66.23	89.22	66.84	66.20	89.32	100.00	
Cyt	69.58	67.12	67.62	66.74	80.85	67.09	66.74	80.93	81.24	100.00
Cer1	69.34	67.06	67.23	66.34	97.44	66.79	66.45	91.37	89.29	81.40
Coa	66.94	67.66	68.38	68.67	66.11	66.38	67.72	66.62	66.53	67.17
Bre	65.53	65.09	65.88	65.59	65.11	65.23	64.77	65.52	65.38	65.61
Atr	68.05	77.17	67.50	67.30	67.25	66.29	72.10	67.62	67.32	67.63
Cla	66.30	66.24	66.78	66.46	66.07	67.67	65.82	66.44	66.17	66.92
Sel	65.96	66.88	66.26	66.15	65.73	66.30	66.29	66.53	66.62	66.66
Pse	68.02	66.93	66.40	65.94	67.56	69.00	66.37	68.19	67.89	68.56
Sub1	68.01	76.68	67.54	67.20	67.24	66.53	72.02	67.65	67.59	67.76
Pum	68.37	69.85	67.12	66.37	67.57	66.56	69.60	67.92	68.03	68.26

菌株编号	Cer1	Coa	Bre	Atr	Cla	Sel	Pse	Sub1	Pum
Meg1									
Amy1									
The									
Kau									
Ant1									
Hal									
Lic1									
Thu1									
Wei									
Cyt									
Cer1	100.00								
Coa	66.54	100.00							
Bre	65.57	65.55	100.00						
Atr	67.61	67.44	65.25	100.00					
Cla	66.14	66.34	65.69	65.80	100.00				
Sel	66.20	66.47	66.36	66.20	65.51	100.00			
Pse	67.77	66.36	66.01	66.82	67.28	65.95	100.00		
Sub1	67.54	67.46	65.55	79.25	65.56	66.09	66.99	100.00	
Pum	67.80	66.75	65.63	70.28	65.64	65.76	67.12	70.12	100.00

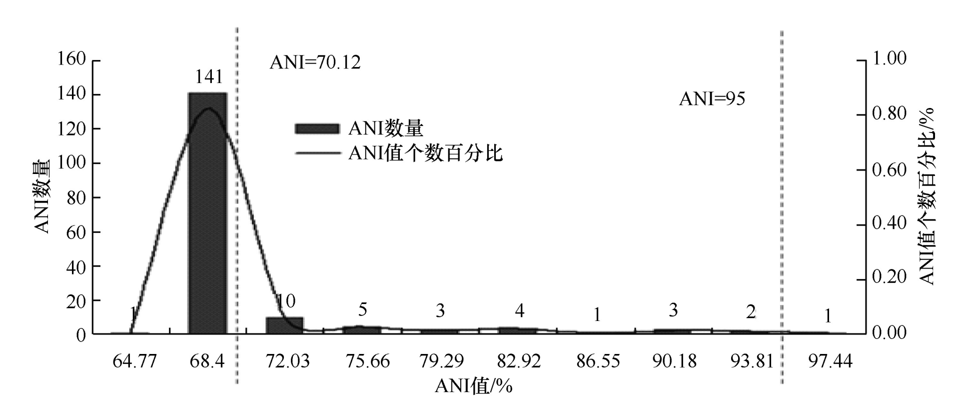


图 5-5　芽胞杆菌属内种间 ANI 值数量及比例分布图（刘波等，2014）

表 5-10　苏云金芽胞杆菌亚种间 ANI 值　（单位：%）

亚种代码	Thu-thuringiensis	Thu-kurstaki	Thu-chinensis	Thu-finitimus	Thu-konkukian
Thu-thuringiensis	100.00	96.15	99.98	91.32	91.40
Thu-kurstaki	95.92	100.00	95.93	91.00	91.28
Thu-chinensis	99.98	96.08	100.00	91.23	91.32
Thu-finitimus	91.32	91.43	91.33	100.00	94.91
Thu-konkukian	91.35	91.34	91.36	94.92	100.00

Thu-为苏云金芽胞杆菌

基因组经 BlastP 双向比对，正向 ANI 值置于下三角，反向 ANI 值置于上三角，共得到 25 个 ANI 值。5 个亚种自己对比的 ANI 值定义为 100%，其余亚种间比对 20 个 ANI 值均高于 90%，其中除了 *Bacillus thuringiensis* serovar *chinensis* CT-43 和 *Bacillus thuringiensis* serovar *thuringiensis* str. IS5056 之间的双向对比 ANI 值分别为 99.98%和 99.98%外，其余 18 个 ANI 值均低于 96%，占 90%。

2. 芽胞杆菌亚种间 ANI 界限

B. subtilis 种的三个亚种间 ANI 值见表 5-11。三株代表性枯草芽胞杆菌亚种基因组经 BlastP 双向比对，正向 ANI 值置于下三角，反向 ANI 值置于上三角，共得到 9 个 ANI 值。三个亚种自己对比的 ANI 值定义为 100%，其余亚种间比对 6 个 ANI 值均高于 90%，其中除了 *Bacillus thuringiensis* serovar *chinensis* CT-43 和 *Bacillus thuringiensis* serovar *thuringiensis* str. IS5056 之间的双向对比 ANI 值分别为 98.38%和 98.18%外，其余 4 个 ANI 值均低于 96%。

表 5-11　枯草芽胞杆菌亚种间 ANI 值　（单位：%）

亚种代码	Sub-spizizenii	Sub-subtilis	Sub- natto
Sub-spizizenii	100.00	92.70	92.65
Sub-subtilis	92.56	100.00	98.18
Sub- natto	92.71	98.38	100.00

Sub-为枯草芽胞杆菌

根据苏云金芽胞杆菌和枯草芽胞杆菌亚种的 ANI 值分析，可将 ANI 值作为亚种鉴别的参考特征值，建议定为 90%～96%，当 ANI 值高于 96%时，结合其他特征进行亚种分析。

六、ANI 值与基因四核苷酸回归系数的相关性

1. 芽胞杆菌属间、种间、亚种间四核苷酸相关系数

芽胞杆菌属、种间、亚种间的四核苷酸相关系数计算结果见表 5-12～表 5-15。芽胞杆菌属、种间、亚种间自己比对的四核苷酸相关系数定义为 100.0000。芽胞杆菌属、种间、亚种间的四核苷酸相关系数与相应的 ANI 值见表 5-16。

表 5-12　芽胞杆菌属间两两之间 Tetra 相关系数

属名	*Lysinibacillus*	*Halobacillus*	*Oceanobacillus*	*Geobacillus*	*Anoxybacillus*	*Amphibacillus*	*Bacillus*
Lysinibacillus	100.0000	0.8035	0.6980	0.6833	0.8480	0.8475	0.8831
Halobacillus	0.8035	100.0000	0.8397	0.6829	0.8209	0.8384	0.7948
Oceanobacillus	0.6980	0.8397	100.0000	0.6895	0.7686	0.7630	0.7327
Geobacillus	0.6833	0.6829	0.6895	100.0000	0.7935	0.7711	0.8193
Anoxybacillus	0.8480	0.8209	0.7686	0.7935	100.0000	0.8796	0.9092
Amphibacillus	0.8475	0.8384	0.7630	0.7711	0.8796	100.0000	0.9107
Bacillus	0.8831	0.7948	0.7327	0.8193	0.9092	0.9107	100.0000

表 5-13　芽胞杆菌种间 Tetra 相关系数

种名代码	Meg1	Amy1	The	Kau	Ant1	Hal	Lic1	Thu1	Wei	Cyt
Meg1	100.00	0.9988	0.708 33	0.843 5	0.663 28	0.710 41	0.757 91	0.602 48	0.978 99	0.999 03
Amy1	0.998 8	100.00	0.715 77	0.846 12	0.669 34	0.712 95	0.762 11	0.612 27	0.977 77	0.998 24
The	0.708 33	0.715 77	100.00	0.844 37	0.964 16	0.847 92	0.814 95	0.717 15	0.733 14	0.713 72
Kau	0.843 5	0.846 12	0.844 37	100.00	0.793 42	0.771 34	0.786 49	0.707 02	0.859 76	0.843 5
Ant1	0.663 28	0.669 34	0.964 16	0.793 42	100.00	0.822 1	0.786 87	0.713 03	0.672 49	0.668 38
Hal	0.710 41	0.712 95	0.847 92	0.771 34	0.822 1	100.00	0.861 56	0.703 23	0.754 18	0.716 84
Lic1	0.757 91	0.762 11	0.814 95	0.786 49	0.786 87	0.861 56	100.00	0.690 85	0.783	0.762 95
Thu1	0.602 48	0.612 27	0.717 15	0.707 02	0.713 03	0.703 23	0.690 85	100.00	0.603 53	0.605 45
Wei	0.978 99	0.977 77	0.733 14	0.859 76	0.672 49	0.754 18	0.783	0.603 53	100.00	0.980 21
Cyt	0.999 03	0.998 24	0.713 72	0.843 5	0.668 38	0.716 84	0.762 95	0.605 45	0.980 21	100.00
Cer1	0.828 12	0.834 09	0.850 06	0.933 83	0.792 8	0.785 52	0.804 14	0.668 2	0.843 34	0.832 73
Coa	0.998 83	0.998 11	0.713 18	0.842 04	0.667 43	0.718 24	0.762 91	0.604 02	0.980 89	0.999 66
Bre	0.640 68	0.642 99	0.748 25	0.699 42	0.751 48	0.786 19	0.751 77	0.749 42	0.662 09	0.646 76
Atr	0.719 11	0.724 57	0.828 26	0.729 63	0.833 5	0.832 73	0.815 93	0.693 78	0.732 32	0.726 21
Cla	0.818 7	0.820 58	0.802 68	0.809 68	0.772 26	0.892 39	0.841 35	0.691 3	0.840 13	0.823 2
Sel	0.715 56	0.720 23	0.792 94	0.752 89	0.782 99	0.792 03	0.969 9	0.669 98	0.727 25	0.720 07
Pse	0.766 16	0.770 82	0.894 68	0.867 69	0.851	0.838 28	0.854 96	0.693 09	0.791 29	0.771 5
Sub1	0.715 35	0.717 87	0.787 28	0.771 11	0.747 44	0.790 07	0.731 47	0.692 18	0.751 82	0.720 17
Pum	0.669 56	0.676 32	0.912 66	0.823 09	0.924 59	0.826 71	0.837 38	0.776 8	0.680 58	0.673 51

续表

种名代码	Cer1	Coa	Bre	Atr	Cla	Sel	Pse	Sub1	Pum
Meg1	0.828 12	0.998 83	0.640 68	0.719 11	0.818 7	0.715 56	0.766 16	0.715 35	0.669 56
Amy1	0.834 09	0.998 11	0.642 99	0.724 57	0.820 58	0.720 23	0.770 82	0.717 87	0.676 32
The	0.850 06	0.713 18	0.748 25	0.828 26	0.802 68	0.792 94	0.894 68	0.787 28	0.912 66
Kau	0.933 83	0.842 04	0.699 42	0.729 63	0.809 68	0.752 89	0.867 69	0.771 11	0.823 09
Ant1	0.792 8	0.667 43	0.751 48	0.833 5	0.772 26	0.782 99	0.851	0.747 44	0.924 59
Hal	0.785 52	0.718 24	0.786 19	0.832 73	0.892 39	0.792 03	0.838 28	0.790 07	0.826 71
Lic1	0.804 14	0.762 91	0.751 77	0.815 93	0.841 35	0.969 9	0.854 96	0.731 47	0.837 38
Thu1	0.668 2	0.604 02	0.749 42	0.693 78	0.691 3	0.669 98	0.693 09	0.692 18	0.776 8
Wei	0.843 34	0.980 89	0.662 09	0.732 32	0.840 13	0.727 25	0.791 29	0.751 82	0.680 58
Cyt	0.832 73	0.999 66	0.646 76	0.726 21	0.823 2	0.720 07	0.771 5	0.720 17	0.673 51
Cer1	100.00	0.831 05	0.704 04	0.748 71	0.841 9	0.783 32	0.917 05	0.749 01	0.826 21
Coa	0.831 05	100.00	0.647 82	0.725 53	0.823 27	0.719 61	0.770 33	0.720 33	0.672 66
Bre	0.704 04	0.647 82	100.00	0.684 48	0.697 48	0.730 57	0.758 03	0.691	0.795 43
Atr	0.748 71	0.725 53	0.684 48	100.00	0.816 55	0.761 23	0.796 67	0.794 37	0.807 74
Cla	0.841 9	0.823 27	0.697 48	0.816 55	100.00	0.771 09	0.852 67	0.835 21	0.799 96
Sel	0.783 32	0.719 61	0.730 57	0.761 23	0.771 09	100.00	0.825 92	0.666 61	0.847 83
Pse	0.917 05	0.770 33	0.758 03	0.796 67	0.852 67	0.825 92	100.00	0.757 25	0.879 72
Sub1	0.749 01	0.720 33	0.691	0.794 37	0.835 21	0.666 61	0.757 25	100.00	0.732 11
Pum	0.826 21	0.672 66	0.795 43	0.807 74	0.799 96	0.847 83	0.879 72	0.732 11	100.00

表 5-14　苏云金芽胞杆菌亚种间 Tetra 相关系数

亚种代码	Thu-serovar5	Thu-serovar4	Thu-serovar1	Thu-serovar2	Thu-serovar3
Thu-serovar5	100.00	0.999 25	0.999 98	0.999 16	0.999 03
Thu-serovar4	0.999 25	100.00	0.999 26	0.998 56	0.998 41
Thu-serovar1	0.999 98	0.999 26	100.00	0.999 12	0.998 99
Thu-serovar2	0.999 16	0.998 56	0.999 12	100.00	0.999 28
Thu-serovar3	0.999 03	0.998 41	0.998 99	0.999 28	100.00

表 5-15　枯草芽胞杆菌亚种间 Tetra 相关系数

亚种代码	Sub-subsp2	Sub-subsp3	Sub-subsp1
Sub-subsp2	100.00	0.998 72	0.998 83
Sub-subsp3	0.998 72	100.00	0.999 1
Sub-subsp1	0.998 83	0.999 1	100.00

2. 芽胞杆菌属间、种间、亚种间 ANI 值与四核苷酸相关系数（Tetra）的模型

芽胞杆菌属间、种间、亚种间 ANI 值与四核苷酸相关系数（Tetra）的模型分析表明，217 个 ANI 值及相对应的物种的基因组内四核苷酸相关系数（Tetra）的相互关系呈现一元二次方程，方程式为 y=271−573.58x+399.65x^2，该方程的相关系数 R^2 为 0.9812（图 5-6）。

表 5-16　芽胞杆菌属间、种间、亚种间的 Tetra 相关系数与相应的 ANI 值

来源	Tetra 相关系数	ANI 值/%	来源	Tetra 相关系数	ANI 值/%	来源	Tetra 相关系数	ANI 值/%
1	0.793 52	65.4	2	0.713 03	66.88	2	0.823 09	67.62
1	0.793 52	65.85	2	0.713 18	67.25	2	0.823 2	66.79
1	0.909 17	66.42	2	0.713 72	67.61	2	0.823 27	66.98
1	0.768 62	NaN	2	0.715 35	65.52	2	0.825 92	66.37
1	0.820 86	NaN	2	0.715 56	66.33	2	0.826 21	66.37
1	0.848 02	NaN	2	0.715 77	67.32	2	0.826 71	65.82
1	0.879 59	67.83	2	0.716 84	66.14	2	0.828 12	68.19
1	0.909 17	NaN	2	0.717 15	66.2	2	0.828 26	79.25
1	0.819 32	66.7	2	0.717 87	65.38	2	0.831 05	67.56
1	0.819 32	NaN	2	0.718 24	66.07	2	0.832 73	65.56
1	0.689 48	NaN	2	0.719 11	67.65	2	0.832 73	67.77
1	0.682 89	NaN	2	0.719 61	66.27	2	0.833 5	76.68
1	0.683 34	NaN	2	0.720 07	66.34	2	0.834 09	67.89
1	0.771 07	65.9	2	0.720 17	65.57	2	0.835 21	65.23
1	0.768 62	66.01	2	0.720 23	66.23	2	0.837 38	67.93
1	0.689 48	65.99	2	0.720 33	65.11	2	0.838 28	65.64
1	0.732 74	NaN	2	0.724 57	67.59	2	0.840 13	67.09
1	0.732 74	NaN	2	0.725 53	67.24	2	0.841 35	67.09
1	0.794 8	NaN	2	0.726 21	67.54	2	0.841 9	69
1	0.883 07	NaN	2	0.727 25	66.74	2	0.842 04	69.37
1	0.910 65	66.8	2	0.729 63	68.01	2	0.843 34	68.56
1	0.820 86	67.51	2	0.730 57	68.67	2	0.843 5	69.33
1	0.682 89	NaN	2	0.731 47	65.88	2	0.843 5	69.34
1	0.794 8	NaN	2	0.732 11	64.77	2	0.844 37	68.05
1	0.839 65	NaN	2	0.732 32	67.76	2	0.846 12	69.14
1	0.839 65	NaN	2	0.733 14	67.63	2	0.847 83	68.1
1	0.698	65.83	2	0.747 44	65.09	2	0.847 92	65.8
1	0.762 95	67.23	2	0.748 25	67.44	2	0.850 06	66.82
1	0.848 02	66.25	2	0.748 71	66.99	2	0.851	69.85
1	0.683 34	66.41	2	0.749 01	66.01	2	0.852 67	66.56
1	0.883 07	NaN	2	0.749 42	66.47	2	0.854 96	67.12
1	0.803 49	63.92	2	0.751 48	67.66	2	0.859 76	69.58
1	0.803 49	65.73	2	0.751 77	68.38	2	0.861 56	66.78
1	0.803 49	66.76	2	0.751 82	65.61	2	0.867 69	68.37
1	0.838 37	69.42	2	0.752 89	66.96	2	0.879 72	69.6
1	0.771 07	NaN	2	0.754 18	66.92	2	0.892 39	67.67
1	0.771 07	NaN	2	0.757 25	65.63	2	0.894 68	70.28
1	0.910 65	NaN	2	0.757 91	67.17	2	0.912 66	72.1
1	0.762 95	NaN	2	0.758 03	66.75	2	0.917 05	67.12
1	0.838 37	NaN	2	0.761 23	67.2	2	0.924 59	72.05

续表

来源	Tetra 相关系数	ANI 值/%	来源	Tetra 相关系数	ANI 值/%	来源	Tetra 相关系数	ANI 值/%
1	0.847 48	66.38	2	0.762 11	67.17	2	0.933 83	68.02
1	0.847 48	67.01	2	0.762 91	67.22	2	0.964 16	77.17
2	0.602 48	66.53	2	0.762 95	67.23	2	0.969 9	83.34
2	0.603 53	66.66	2	0.766 16	67.92	2	0.977 77	81.24
2	0.604 02	65.73	2	0.770 33	67.57	2	0.978 99	80.93
2	0.605 45	66.2	2	0.770 82	68.03	2	0.980 21	81.4
2	0.612 27	66.62	2	0.771 09	66.76	2	0.980 89	80.85
2	0.640 68	66.62	2	0.771 11	65.53	2	0.998 11	89.22
2	0.642 99	66.53	2	0.771 34	66.3	2	0.998 24	89.29
2	0.646 76	66.54	2	0.771 5	67.8	2	0.998 8	89.32
2	0.647 82	66.11	2	0.772 26	66.73	2	0.998 83	91.48
2	0.662 09	67.17	2	0.776 8	66.29	2	0.999 03	91.37
2	0.663 28	66.72	2	0.782 99	67.69	2	0.999 66	97.44
2	0.666 61	65.59	2	0.783	67.62	3	0.999 25	95.92
2	0.667 43	66.95	2	0.783 32	65.94	3	0.999 25	96.15
2	0.668 2	65.95	2	0.785 52	67.28	3	0.999 98	99.98
2	0.668 38	67.06	2	0.786 19	66.34	3	0.999 16	91.32
2	0.669 34	66.69	2	0.786 49	67.28	3	0.999 03	91.4
2	0.669 56	66.33	2	0.786 87	67.6	3	0.999 98	99.98
2	0.669 98	66.15	2	0.787 28	65.25	3	0.999 26	96.08
2	0.672 49	67.12	2	0.790 07	65.69	3	0.999 26	95.93
2	0.672 66	66.51	2	0.791 29	68.26	3	0.998 56	91
2	0.673 51	66.45	2	0.792 03	66.46	3	0.998 41	91.28
2	0.676 32	66.2	2	0.792 8	66.93	3	0.999 16	91.32
2	0.680 58	66.74	2	0.792 94	67.3	3	0.998 56	91.43
2	0.684 48	67.46	2	0.793 42	67.71	3	0.999 12	91.33
2	0.690 85	66.26	2	0.794 37	65.55	3	0.999 12	91.23
2	0.691	65.55	2	0.795 43	67.72	3	0.998 99	91.32
2	0.691 3	66.3	2	0.796 67	70.12	3	0.999 03	91.35
2	0.692 18	66.36	2	0.799 96	66.53	3	0.998 41	91.34
2	0.693 09	65.76	2	0.802 68	66.29	3	0.998 99	91.36
2	0.693 78	66.09	2	0.804 14	66.4	3	0.999 28	94.92
2	0.697 48	66.38	2	0.807 74	72.02	3	0.999 28	94.91
2	0.699 42	66.94	2	0.809 68	67.11	3	0.998 72	92.56
2	0.703 23	65.51	2	0.814 95	67.5	3	0.998 72	92.7
2	0.704 04	66.36	2	0.815 93	67.54	3	0.998 83	92.65
2	0.707 02	65.96	2	0.816 55	66.53	3	0.998 83	92.71
2	0.708 33	67.62	2	0.818 7	66.95	3	0.999 1	98.38
2	0.710 41	66.44	2	0.820 58	66.84	3	0.999 1	98.18
2	0.712 95	66.17	2	0.822 1	66.24			

注：1. 数据来自于属间两两菌株 ANI 和 Tetra 回归系数；2. 数据来自于种间两两菌株 ANI 和 Tetra 回归系数；3. 数据来自于亚种间两两菌株 ANI 和 Tetra 回归系数

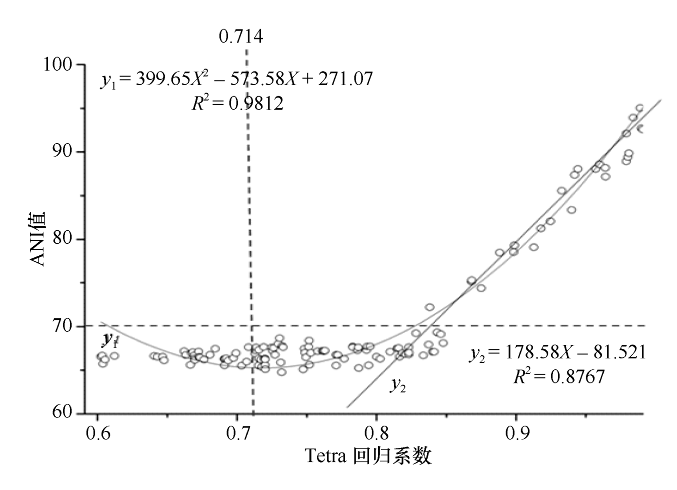


图 5-6 ANI 值与基因 Tetra 回归系数的散点图（刘波等，2014）

在 Tetra 回归系数高于 0.714 时，物种间全基因组的 ANI 值与其之间的四核苷酸的回归系数呈正相关。且通过对 ANI 值高于 70%的 Tetra 相关系数拟合得到，ANI 值与 Tetra 相关系数呈线性正相关关系，关系式为 y=178.58x–81.521，相关系数 R^2 为 0.8767。ANI 值高于 70%时，ANI 和相对应的 Tetra 相关系数呈现种属特异性特点，具有明显的种间、亚种间及种与亚种过渡性特征，如种间 ANI 值较低，如 72.05%（*B. amyloliquefaciens* vs *B. licheniformis*），对应的 Tetra 相关系数为 0.807 74；亚种间 ANI 值高，如 98.89%（*B. subtilis* subsp. *subtilis* 6051-HGW vs *B. subtilis* subsp. *subtilis* str. BAB-1），Tetra 相关系数为 0.999 82；而种与亚种过渡间的 ANI 值为 97.9%（*B. subtilis* XF-1 vs *B. subtilis* subsp. *natto* BEST195），Tetra 相关系数为 0.997 52。这表明芽胞杆菌物种间基因组内的四核苷酸的频次相关关系具有种特异性，可以作为种分类的一个参考标准。

七、讨论

1. 平均核苷酸同源性（ANI）与 16S rRNA 基因同源性关系

Konstantinidis 和 Tiedje（2007）用基因组平均氨基酸同源性（AAI）代替平均核苷酸同源性（ANI）与 16S rRNA 基因同源性分析原核生物基因组多样性，得到属和种的分类标准分别是 AAI 值为 70%和 95%，这与本实验中对芽胞杆菌科内 7 个属的 7 个代表性菌株全基因组间 ANI 处于 50%-65%，均低于 70%的结论是一致的。同时，作者对 16 株来自不同种的芽胞杆菌全基因组进行 ANI 分析得到种间 ANI 值的加权平均数为 70.12%，主要分布在 68.7%～72.03%，且低于 70%的 ANI 占 90%，同时频次统计分析得到 98%的种间的 ANI 值不高于 90%，说明芽胞杆菌种间 ANI 值主要为 65%～90%，其可以作为芽胞杆菌种分类的一个参考，但由于基因很容易发生水平转移，故种间 ANI 值也可能高于 90%，因此还需要结合其他特征来分析。另外，通过对 *B. thuringiensis* 不同亚种之间 ANI 分析，亚种之间的 ANI 值主要分布于 90%～96%，占 90%，其可以作为芽胞杆菌亚种鉴定的一个参考值。

2. 芽胞杆菌属间、种间、亚种间 ANI 鉴定标准

芽胞杆菌属间的 ANI 鉴定标准建议定为 50%～65%，芽胞杆菌种间的 ANI 鉴定标准建议定为 65%～90%，芽胞杆菌亚种间的 ANI 鉴定标准建议定为 90%～96%。在微生物分类系统中，亚种相对于种而言，其由于地理格局或者环境胁迫等方式发生基因的遗传漂移、碱基突变等，其核苷酸同源性会在一定程度发生改变，发生改变的差异一般达不到可以成为新种的标准，因此其核酸同源性一般高于种间水平。目前原核生物分类体系中种分类的 ANI 标准值为 94%～96%（杨霞等，2008）。但也存在基因碱基突变导致核酸同源性升高的情况，因此对于变种的鉴定参考，除了以 90%～96%的 ANI 值为指标外，还需要结合其他一些特性分析。通过对芽胞杆菌属间、种间和亚种间 ANI 值分析表明，芽胞杆菌在不同的分类地位上基因组平均核苷酸同源性与其分类地位相关，与其之间的遗传亲缘距离相关，具有明显的属种特异性。

3. 四核苷酸频次在物种间的相关性

基因信号序列如四核苷酸可以区分编码和非编码趋异，其频次可以作为物种分类的一个标准（Bohlin et al.，2008；Pride et al.，2003）。Rokas 等（2003）报道基因组中的短寡核苷酸分布（如结合频率）是基因组结构的一个特征印记，可以直接对非同源 DNA 序列比对，从整个基因组水平构建得到系统发育信息。do Nascimento 等（2012）采用四核苷酸回归系数对狗血支原体（*Mycoplasma haemocanis*）及其他血液支原体（hemoplasmas）系统进化树进行构建。而本实验中发现原核生物物种基因组间的平均核苷酸同源性与其对应的四核苷酸回归系数存在相关性，关系式为 $y=271-573.58x+399.65x^2$，当四核苷酸回归系数高于 0.71 时，两者呈正相关，而在同一属内即 ANI 值高于 70%时，基因组间的四核苷酸回归系数与其 ANI 值呈线性相关，关系式为 $y=178.58x-81.521$。对 ANIm 和四核苷酸回归系数有相关性，表现出当 ANIb 值高于 96%时，其相对的回归系数均大于 0.99（Richter and Rosselló-Móra，2009）。表明生物体基因组中寡核苷酸尤其是四核苷酸频次在物种间的相关性与物种的基因组平均核苷酸同源性有关，其同样具有种特征性，可作为种分类的一个参考标准。

第三节　基于物质组学芽胞杆菌系统发育

一、概述

1. 芽胞杆菌的功能

芽胞杆菌是一类革兰氏阳性、产芽胞、细胞杆状的好氧或兼性厌氧细菌，种类繁多，功能多样性。由于某些芽胞杆菌种间同源性很高，常用的分类方法很难将相近的种类准确区分开来，这就需要一种新的方法来对这些亲缘关系极相近的种类进行分类鉴定，确定其分类地位。大多数芽胞杆菌种类都具有特殊功能，在工业、农业、医药、食品甚至军事等诸多方面具有广泛的应用价值，其分类学研究具有极其重要的意义。

2. 芽胞杆菌物质组学分析

随着生命科学的发展，从分子水平研究生命现象的技术手段不断产生，其中代谢组学是 20 世纪 90 年代后期产生的新兴学科。代谢组学（Metabonomics）是一门对某一生物或细胞所有低相对分子质量代谢产物进行定性和定量分析的学科（Nicholson，1999），具有中体动态、无偏向性、研究技术多样、实验方法灵活等特点，其流程主要包括代谢谱差异分析、潜在生物标记物鉴定及代谢通路分析。与传统依赖单一标志物的细菌鉴别方法相比，代谢组学揭示的是系列关联生物标记物的综合差异，因此具有更高的准确性（Dettmer et al.，2007）。近年来，代谢组学逐步成为研究热点，被人们广泛应用在各个领域。

3. 基于芽胞杆菌物质组学系统发育研究

代谢组学研究通常的对象并非某些特定的物质，而是要尽可能多地获取所有代谢产物的信息。而分析对象的大小、数量、官能团、挥发性、带电性、电迁移率等物理化学参数的差异对分析结果影响极大（许国旺，2008）。目前，主要检测手段包括：核磁共振技术（NMR）、液相色谱质谱联用技术（LC/MS）、毛细管电泳质谱联用技术（CE/MS）及气相色谱质谱联用技术（GC/MS）。其中与 CE/MS、LC/MS、LC/NMR 等相比，GC/MS 仪器中经气相色谱柱分离后的样品呈气态，流动相也是气体，与质谱的进样要求相匹配，最容易将这两种仪器联用；它具有灵敏度高、分离效率高、易用、耐用、成本低、可选择性地分离和检测大量痕量代谢物质及同质异构体等优点（李娟等，2013）。由于其高标准化地应用了电子电离，能产生广泛的和高重复性的破裂片段，即使得到的质谱数据在数据库中不存在，其破碎模式也可用于获得更多关于代谢产物定性或化合物种类的信息（朱来宽，2010）。GC/MS 已成为代谢组学中广泛应用的重要分析方法，目前发展也较为成熟，是复杂混合物分析的主要定性和定量手段之一。关于 GC/MS 检测芽胞杆菌胞外物质成分进行新种判断的文献在国内还尚未见报道。

实验室从土壤中分离到一株芽胞杆菌 FJAT-13831，根据 16S rRNA 序列同源性分析发现，与蜡样芽胞杆菌类群同源性都达 99%以上，但其表型特征差异很大（刘波等，2012）。故本研究利用 GC/MS 对下 JAT-13831 及其相近的芽胞杆菌种类的标准菌株胞外物质成分进行检测，通过分析不同芽胞杆菌种间的胞外物质成分差异，对未知菌株进行分类鉴定，建立芽胞杆菌的代谢组学分类方法。

二、研究方法

1. 供试菌株

Bacillus marisflavi DSM 16204^T、*Bacillus kribbensis* DSM 17871^T、*Bacillus aurantiacus* DSM 18675^T、*Bacillus aquimaris* DSM 16205^T、*Bacillus ginsengihumi* DSM 18134^T、*Bacillus mycoides* DSM 2408^T、*Bacillus pseudomycoides* DSM 12442^T、*Bacillus cereus* DSM 31^T 和 *Bacillus boroniphilus* DSM 17376^T，以上 9 种芽胞杆菌为标准菌株，引自于德国微生物菌种保藏中心（DSMZ）。菌株 FJAT-13831 为福建省农业科学院农业生物资源研究所从土壤分离菌株。

2. 芽胞杆菌胞外物质的提取方法

10 种芽胞杆菌分别于 30℃、170 r/min 摇床培养 24 h 后，用细菌过滤器（滤膜直径 0.2 μm）除去菌体后的胞外物质进行检测。

3. 芽胞杆菌胞外物质的 GC/MS 检测

用 GC（Agilent Technologies，6890N Network GC System）/MS（Agilent Technologies，5973 Network，Mass selective Detector）对化感物质进行定性分析。气相色谱柱：ab-5-MS 石英毛细管柱（30 m×0.32 mm×0.25 μm，J&W Scientific，Agilent Technologies，USA）。GC 程序升温条件：初始温度 50℃，以 20℃/min 的速率升至 180℃，保持 4 min，然后以 10℃/min 升到 220℃，保持 15 min。载气：氦气。流速：0.8 ml/min。GC 进样口温度：280℃，电子恒流控制，无分流进样。进样体积：1 μl。MS：离子轰击源（70 eV），接口温度：250℃。离子源温度：200℃。发射电流：150 μA。Det：500 V。全扫描，扫描速度 0.4 s/次，扫描范围：m/z 29-450。GC/MS 全扫描分析，采用 Xcalibur1.2 版本软件、NIST98 谱图库兼顾色谱保留时间定性。

4. 数据分析

利用生物统计软件 SPSS 16.0 对芽胞杆菌胞外物质成分种类进行统计分析。

三、芽胞杆菌物质组学分析

1. 基于 GC/MS 芽胞杆菌胞外物质检测数据提取分析

通过计算机自动在质谱数据库中查找，对混合物中的组分进行了鉴定和峰面积归一化法计算各组分相对百分含量，分离鉴定出 36 种化合物（匹配率 70%以上），具体见表 5-17。其中 Pyrrolo［1，2- a］pyrazine-1，4-dione，hexahydro-和 Pyrrolo［1，2-a］pyrazine-1，4-dione，hexahydro-3-（phenylmethyl）-是 10 种芽胞杆菌共同的胞外物质种类，在总物质中占的相对含量比例较大。

2. 基于 GC/MS 物质组学芽胞杆菌胞外物质主成分分析

利用 SPSS16.0 统计软件对 10 种芽胞杆菌的胞外物质进行主成分分析，由图 5-7 和表 5-18 可知，前 8 种物质是芽胞杆菌聚类分析的主要因子，其分别为 1，3-Cyclopentadiene，1，2，3，4 - tetramethyl-5-methylene-、Butylated Hydroxytoluene、Oxime-，methoxy-phenyl-、Pyrrolo［1，2-a］pyrazine-1，4-dione，hexahydro-、Pyrrolo［1，2- a］pyrazine-1，4-dione，hexahydro-3-（2-methylpropyl）-、Pyrrolo［1，2-a］pyrazine-1，4-dione，hexahydro-3-（phenylmethyl）、1-Naphthalenemethanamine 和 3-（1-azepanyl）-3-oxo-Propanenitrile。

四、基于物质组学芽胞杆菌系统发育

1. 基于 GC/MS 物质组学芽胞杆菌聚类分析

利用 SPSS16.0 生物统计软件计算 10 种芽胞杆菌种间切比雪夫距离值，具体见表 5-19。

表 5-17　芽胞杆菌的胞外物质 GC/MS 相对含量分析结果

胞外物质	*Bacillus mycoides*	FJAT-13831	*Bacillus pseudomycoides*	*Bacillus cereus*	*Bacillus marisflavi*
1，3-Cyclopentadiene，1，2，3，4-tetramethyl-5-methylene-（1，2，3，4 - 四甲基-5-甲基 1，3 - 环戊二烯）	1.38	0	0	0	0
Butylated Hydroxytoluene（二丁基羟基甲苯）	0.49	1.13	0	0	0.13
Oxime-，methoxy-phenyl-	5.62	0	0	0	0
Pyrrolo［1，2-a］pyrazine-1，4-dione，hexahydro-	44.48	52.99	10.07	7.18	5.20
Pyrrolo［1，2-a］pyrazine-1，4-dione，hexahydro-3-（2-methylpropyl）-	2.10	0	3.39	1.29	8.83
Pyrrolo［1，2-a］pyrazine-1，4-dione，hexahydro-3-（phenylmethyl）-	0.66	0.64	2.31	1.38	4.18
1-Naphthalenemethanamine（1-萘甲胺）	0	0	0.60	0	0.39
Propanenitrile，3-（1-azepanyl）-3-oxo-	0	0	0.26	0	0
3-Aminopiperidin-2-one（3 -氨基哌啶- 2-酮）	0	0	4.16	0	0
2，5-Piperazinedione，3-methyl-	0	4.85	0	0	0
Benzene，1，2，3，4-tetramethyl-	0	0.50	0	0	0
3-Isoxazolamine，5-methyl-	0	0.63	0	0	0
Pyrrole-2-carboxamide	0	1.16	0	0	0
Phenol（苯酚）	0.70	0	0	0	0
Butanoic acid，2-methyl-（2-甲基丁酸乙酯）	0	0	0	4.75	0
Pantolactone（泛内酯）	0	0	0	0.22	0
Benzeneethanamine（苯乙胺）	0	0	0	0.40	3.32
Pyrazine，2-ethyl-3，5-dimethyl-	0	0	0	0.75	0
1，2，3，4-Tetrahydro-cyclopenta［b］indole	0	0	0	0.34	0
2（3H）-Furanone，dihydro-3-hydroxy-4，4-dimethyl-，（.+/–.）-	0	0	0	0	0
Ornithine（鸟氨酸）	0	0	0	0	0
Phenol，2，6-dimethoxy-（2，6-二甲氧基酚）	0	0	0	0	0
6-Methyl-1，2，3，4-tetrahydroquinoline	0	0	0	0	0.29
Butanoic acid，3-methyl-（3-甲基丁酸环己基酯）	0	0	0	0	0
Hexanoic acid，2-methyl-（2-甲基己酸）	0	0	0	0	0
Pyrazine，3，5-dimethyl-2-propyl-	0	0	0	0	0
Benzene，1，2，4，5-tetramethyl-（1，2，4，5-四甲苯）	0	0	0	0	0.45
6H-Purin-6-one，2-amino-1，7-dihydro-	0	0	0	0	0
1，2，3，4-Tetrahydro-cyclopenta［b］indole	0	0	0	0	0
9H-Pyrido［3，4-b］indole，1-methyl-	0	0	0	0	0.26
Quinoline，5，6，7，8-tetrahydro-3-methyl-	0	0	0	0	0
2-Pentanone，4-hydroxy-4-methyl-（4-甲基-4-羟基-2-戊酮）	0	0	0	0	0.36
4-Vinyl-imidazole	0	0	0	0	2.09
dl-Ornithine（DL-鸟氨酸）	0	0	0	0	3.38
l-Alpha-amino-epsilon-caprolactam	0	0	0	0	1.99
Pyridine，3-phenyl-	0	0	0	0	0.92

续表

胞外物质	*Bacillus kribbensis*	*Bacillus aurantiacus*	*Bacillus aquimaris*	*Bacillus ginsengihumi*	*Bacillus boroniphilus*
1，3-Cyclopentadiene，1，2，3，4-tetramethyl-5-methylene-（1，2，3，4-四甲基-5-甲基 1，3-环戊二烯）	0	0	0	0	0
Butylated Hydroxytoluene（二丁基羟基甲苯）	0.27	0.24	0.28	0.28	0
Oxime-，methoxy-phenyl-	0	0	0	0	0
Pyrrolo［1，2-a］pyrazine-1，4-dione，hexahydro-	6.74	4.45	4.02	7.82	6.15
Pyrrolo［1，2-a］pyrazine-1，4-dione，hexahydro-3-（2-methylpropyl）-	9.17	6.66	5.77	7.50	0
Pyrrolo［1，2-a］pyrazine-1，4-dione，hexahydro-3-（phenylmethyl）-	5.12	4.02	2.79	3.96	2.12
1-Naphthalenemethanamine（1-萘甲胺）	0	0	0	0	0
Propanenitrile，3-（1-azepanyl）-3-oxo-	0	0	0	0	0
3-Aminopiperidin-2-one（3-氨基哌啶-2-酮）	0	0	0	0	0
2，5-Piperazinedione，3-methyl-	0	0	0	0	0
Benzene，1，2，3，4-tetramethyl-	0	0.59	0	0.62	0
3-Isoxazolamine，5-methyl-	0	0	0	0	0
Pyrrole-2-carboxamide	0	0	0	0	0
Phenol（苯酚）	0	0.63	0.83	0	0
Butanoic acid，2-methyl-（2-甲基丁酸乙酯）	3.52	0	0	0	6.23
Pantolactone（泛内酯）	0	0	0	0	2.50
Benzeneethanamine（苯乙胺）	3.19	2.51	1.67	2.59	0
Pyrazine，2-ethyl-3，5-dimethyl-	0	0	0	0	0
1，2，3，4-Tetrahydro-cyclopenta［b］indole	0.33	0.39	0.32	1.16	0.38
2（3H）-Furanone，dihydro-3-hydroxy-4，4-dimethyl-，（.+/-.）-	0	0	0	0	0.45
Ornithine（鸟氨酸）	0	0	0	0	1.48
Phenol，2，6-dimethoxy-（2，6-二甲氧基酚）	0	0	0	0.25	0.23
6-Methyl-1，2，3，4-tetrahydroquinoline	0	0	0	0.48	0.11
Butanoic acid，3-methyl-（3-甲基丁酸环己基酯）	0	0	0	4.83	0
Hexanoic acid，2-methyl-（2-甲基己酸）	0	0	0	3.27	0
Pyrazine，3，5-dimethyl-2-propyl-	0	0	0	0.46	0
Benzene，1，2，4，5-tetramethyl-（1，2，4，5-四甲苯）	0.51	0	0.59	0	0
6H-Purin-6-one，2-amino-1，7-dihydro-	0	0	0.30	0	0
1，2，3，4-Tetrahydro-cyclopenta［b］indole	0	0	0.31	0	0
9H-Pyrido［3，4-b］indole，1-methyl-	0.27	0.17	0	0	0
Quinoline，5，6，7，8-tetrahydro-3-methyl-	0.65	0	0	0	0
2-Pentanone，4-hydroxy-4-methyl-（4-甲基-4-羟基-2-戊酮）	0	0	0	0	0
4-Vinyl-imidazole	0	0	0	0	0
dl-Ornithine（DL-鸟氨酸）	0	0	0	0	0
l-Alpha-amino-epsilon-caprolactam	0	0	0	0	0
Pyridine，3-phenyl-	0	0	0	0	0

注："相对含量"是指各组分在 GC/MS 分析中出峰面积占总峰面积的比例（%）

表 5-18　芽胞杆菌胞外物质方差分解主成分分析

主成分	特征值			总和方差			转置总和方差		
	总和	方差/%	累计/%	总和	方差/%	累计/%	总和	方差/%	累计/%
1	8.48	23.54	23.54	8.48	23.54	23.54	6.38	17.72	17.72
2	6.49	18.04	41.58	6.49	18.04	41.58	5.98	16.60	34.32
3	5.33	14.81	56.39	5.33	14.81	56.39	5.24	14.54	48.86
4	4.35	12.07	68.46	4.35	12.07	68.46	4.25	11.80	60.67
5	3.467	9.63	78.09	3.47	9.63	78.09	3.93	10.91	71.58
6	2.91	8.08	86.16	2.90	8.08	86.16	3.13	8.70	80.29
7	2.36	6.56	92.73	2.36	6.56	92.73	3.10	8.61	88.89
8	1.66	4.61	97.34	1.66	4.61	97.34	3.04	8.44	97.34
9	.958	2.66	100.00						

提取方法：主成分分析

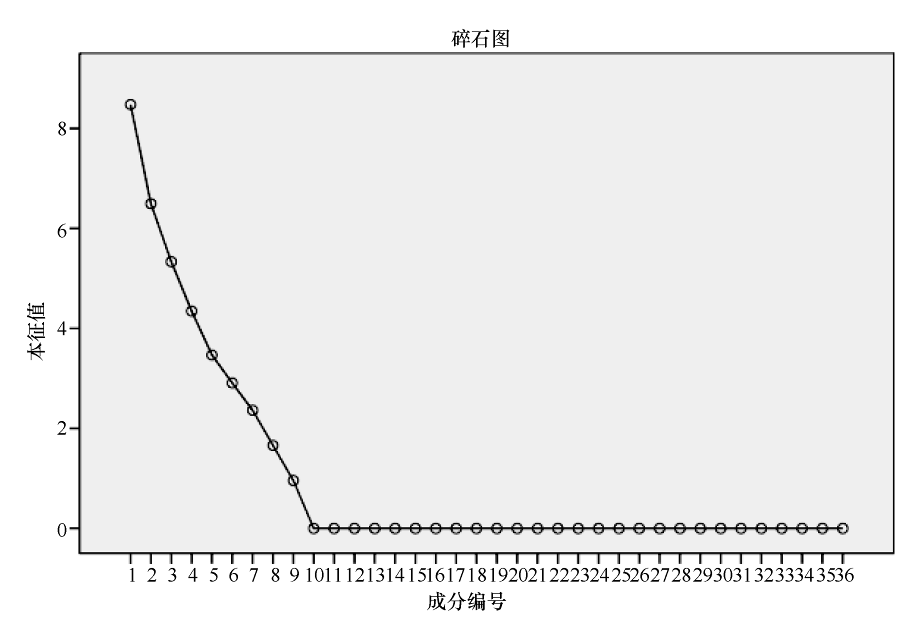


图 5-7　芽胞杆菌胞外物质的因素陡坡图

表 5-19　10 种芽胞杆菌的切比雪夫距离值

芽胞杆菌	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. *Bacillus marisflavi*	0.00									
2. *Bacillus kribbensis*	3.52	0.00								
3. *Bacillus aurantiacus*	3.38	3.52	0.00							
4. *Bacillus aquimaris*	3.38	3.52	1.24	0.00						
5. *Bacillus ginsengihumi*	4.84	4.84	4.84	4.84	0.00					
6. *Bacillus mycoides*	39.28	37.74	40.03	40.46	36.66	0.00				
7. FJAT-13831	47.79	46.25	48.54	48.97	45.17	8.51	0.00			
8. *Bacillus pseudomycoides*	5.44	5.79	5.62	6.05	4.84	34.41	42.92	0.00		
9. *Bacillus cereus*	7.53	7.88	5.37	4.75	6.21	37.30	45.81	4.75	0.00	
10. *Bacillus boroniphilus*	8.83	9.17	6.66	6.24	7.50	38.33	46.84	6.24	2.29	0.00

切比雪夫距离值越小说明两种菌间的亲缘关系越近。从切比雪夫距离值来看，菌株 FJAT-13831 和 *B. mycoides* 之间的切比雪夫距离值为 8.51，说明这两种菌间的亲缘关系最近，与其他芽胞杆菌种类的距离均在 40～50，亲缘关系较远。由表 5-19 还可以得出两种芽胞杆菌间的切比雪夫距离最小值为 1.24，说明分离菌株 FJAT-13831^{T} 可能是一个新的物种。

采用类间平均链锁法（Between-groups linkage）将 10 种芽胞杆菌的胞外物质成分进行聚类分析，Chebychev 距离值约为 5 时，可以分为两大类群：类群 I 由 8 种芽胞杆菌组成，类群 II 包含 FJAT-13831 和蕈状芽胞杆菌 *B. mycoides*。由图 5-8 可以看出 10 种芽胞杆菌中两种菌最短的中间距离为：1.24（*B. aurantiacus* 与 *B. aquimaris*），最长的种间距离为 48.97（*B. aquimaris* 与 FJAT-13831）。由此可以说明，菌株 FJAT-13831 足以代表一个种的分类单位，与其他种类区别开来。

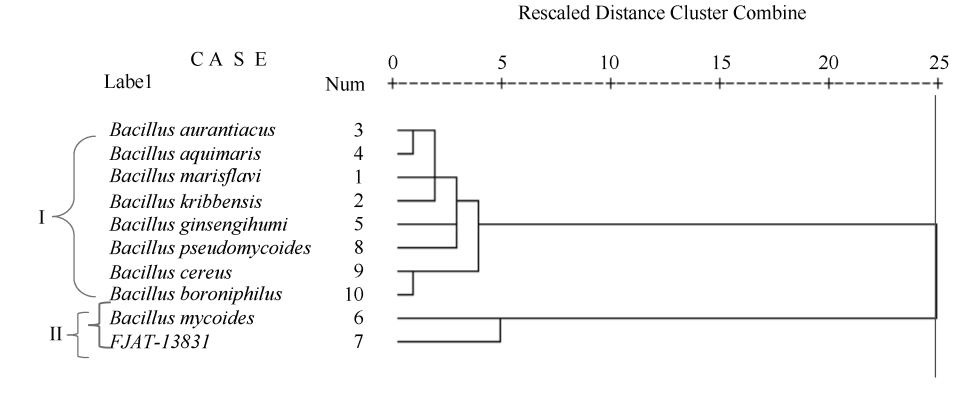


图 5-8　芽胞杆菌胞外物质的聚类分析

2. 芽胞杆菌种类标志物的分析

由以上分析可知，FJAT-13831 和蕈状芽胞杆菌（*B. mycoides*）亲缘关系最近，两种菌通过 GC/MS 共检测出 11 个匹配率在 70%以上的物质，其中共有的物质成分仅有 3 个，分别为：Butylated Hydroxytoluene、Pyrrolo［1，2-a］pyrazine-1，4-dione，hexahydro-和 Pyrrolo［1，2-a］pyrazine-1，4-dione，hexahydro-3-（phenylmethyl）-。FJAT-13831 特有的物质为 3-methyl -2，5-Piperazinedione、1，2，3，4-tetramethyl-Benzene、5-methyl-3-Isoxazolamine 和 Pyrrole-2-carboxamide。蕈状芽胞杆菌特有的物质为 1，2，3，4-tetramethyl-5-methylene-1，3- Cyclopentadiene、Oxime-，methoxy-phenyl-、Pyrrolo［1，2-a］pyrazine-1，4-dione，hexahydro-3-（2-methylpropyl）-和 Phenol。

五、讨论

1. 芽胞杆菌代谢物是基因表达的最终产物

芽胞杆菌代谢物是基因表达的最终产物，基因和蛋白质表达的微小变化可以在代谢物上得到放大，因此对微生物细胞提取物进行分析可以更准确地区分不同物种间的差异。

史怀等（2012）利用 LC/Q-TOF-MS 对不同种的芽胞杆菌胞内物质进行分析，结果表明不同芽胞杆菌种间的物质成分具有显著差异。本研究通过 GC/MS 测定了 10 种芽胞杆菌的胞外物质成分，从检测结果可以得出，芽胞杆菌胞外物质种类多，包含多种有机物，不同种类含有的胞外物质成分差异很大。根据胞外物质成分分析结果表明分离菌株 FJAT-13831 是芽胞杆菌属的一个新物种，进一步的分类鉴定研究得出 FJAT-13831 为芽胞杆菌属的一个新种即兵马俑芽胞杆菌，从而验证了该研究的可行性和准确性（Liu et al.，2014a）。

2. 芽胞杆菌代谢物是生理调控过程的终产物

代谢物是生理调控过程的终产物，是基因型与环境共同作用的综合结果，在生物体的传统表型分类和基因型分类发生矛盾时，通过分析样品的代谢物，可获得更多信息。芽胞杆菌的代谢物研究已有多篇报道，但其研究对象局限于某一特定组成，如挥发性物质（陈峥，2011；郭成栓，2010）、脂肪酸（邝玉斌，2000）、发酵液中的代谢物（陈峥，2012）等。基于 GC/MS 的芽胞杆菌代谢组学分析用于芽胞杆菌新种判断的文献尚未见报道。不同物种具有自身特殊物质成分，分别各占有一定比例，作为该物种的生物标记物。

3. 芽胞杆菌物质组学用于种类鉴定的有效性

本研究分离菌株 FJAT-13831 与其最同源性菌株相比含有的特有物质为 3-methyl-2，5-Piperazinedione、5-methyl-3-Isoxazolamine 和 Pyrrole-2-carboxamide，3-methyl-2，5-Piperazinedione。目前，已有很多文献报道了芽胞杆菌和某病原菌的自身物质标记，如 Foxa 等利用 GC/MS 和 LC/MS 分析发现 6 种碳水化合物（3 种 GC/MS 和 3 种 LC/MS）成分可以成为枯草芽胞杆菌类群鉴定的一种有效工具手段。Li 等（2012）研究发现利用 GC/MS 检测化学物质 3-methyl-2-butenoic acid methyl ester，可以快速鉴定炭疽芽胞杆菌芽胞并能将其与蜡样芽胞杆菌类群的其他菌种区分开来。Marcinowskaa 等（2011）研究证明代谢产物可以作为多种微生物鉴定的一种快速方法，生物医学材料需要稳定地保持活性，在保存过程中可能会被病原菌感染以致失效或者对人类有生命危险，Wunschel 等（2001）发现用 GC/MS 检测小分子的碳水化合物可以确定生物材料的稳定活性。Bourne 等采用代谢组学分析手段对链球菌与葡萄球菌属的 312 个菌株进行鉴定，与其他鉴定手段的吻合率达 92%（Bundy，2005）。

4. 芽胞杆菌物质组学用于系统发育分析的有效性

GC-MS 对多种化合物具有较强、较灵敏的分析能力，故对于鉴定比较微生物不同菌株之间的代谢物差异具有特殊的意义。结合统计学方法，将分析中存在极大差异的代谢物作为此微生物的生物标记物，为其更深入地研究提供必要的基础。综上所述，通过 GC/MS 检测物质成分可以成为一种快速检测微生物的方法。本研究希望可以为芽胞杆菌分类及新种判断的研究提供一定的理论基础。

第六章　芽胞杆菌近缘属种类描述

第一节　芽胞杆菌科

【科的描述】分类地位：厚壁菌门（Phylum XIII. Firmicutes），芽胞杆菌纲（Class I. Bacilli），芽胞杆菌目（Order I. Bacillales），芽胞杆菌科（Family I. Bacillaceae）。

一、芽胞杆菌属（*Bacillus*）

【属的特征描述】科恩（Cohn）于 1872 年建立了芽胞杆菌的第一个属——芽胞杆菌属（*Bacillus*），后来 Fischer 建立了芽胞杆菌科（Bacillaceae Fischer，1895）。芽胞杆菌属的主要特征：细胞杆状或球状，直或接近直，（0.4～1.8）μm×（0.9～10）μm；以侧生鞭毛或周生鞭毛运动，或不运动；可形成耐热的芽胞，一个细胞产生一个芽胞，菌体暴露于空气时不影响芽胞的形成；革兰氏染色为阳性或可变；菌落表面粗糙，不透明，褶皱，乳白色或褐色，产色素；肉汤培养时有菌膜形成或不混浊；在含葡萄糖、铵盐及无维生素存在时可生长；生长 pH 为 5.5～8.5；严格好氧或兼性厌氧；有机化能营养，利用多种物质进行严格呼吸代谢、严格发酵代谢或呼吸和发酵兼具的代谢；在呼吸链中，最终的电子受体是分子氧，有些种可以利用硝酸盐代替氧；大多数种类产过氧化氢酶；基因组 DNA 的 G+C 含量为 32 mol%～66 mol%。研究早期，芽胞杆菌属所包括的主要特征具有明显的异质性，因而很多生理生化和遗传学特征迥异的细菌都归入此属，随着多相分类方法的进展，已有很多种类先后被分出，建立了大量的芽胞杆菌近缘属。模式种为 *Bacillus subtilis*。**★属名释意：***bacillus* 为棒、杆之意，大多数可以形成芽胞，故其中文名称为芽胞杆菌属（ L. masc. n. *bacillus*，a small staff，a wand，a rod）。

1. *Bacillus abyssalis*（深海芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-1。*Bacillus abyssalis* You et al.，2013，sp. nov.（深海芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SCSIO 15042 = DSM 25875 = CCTCC AB 2012074 = NBRC 109102。**★16S rRNA 基因序列号：**JX232168。**★种名释意：***abyssalis* 为深海之意，故其中文名称为深海芽胞杆菌（a.bys′sa.lis. L. n. *abyssus*，an abyss，deep sea；L. fem. suff. -*alis*，suffix denoting pertaining to；N.L. masc. adj. *abyssalis*，pertaining to the abyssal depths of the ocean）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SCSIO 15042^T 从我国南海（112°30.203 E，18°1.654 N）2439 m 深处的沉积物分离。**★形态特征：**为革兰阳性细菌，用多相分类学方法进行分析。**★生理特性：**菌株生长温度为 20～60℃，pH 为 6.0～10.0，盐浓度为 0～10%（w/v）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解吐温 20 和淀粉，不能水解吐温 40、吐温 80、明胶和纤维素。不产 H_2S。不能还原硝酸盐，牛奶不能凝结和胨化。由下列物质产酸：N-乙酰葡萄糖胺、七叶苷、熊果苷、D-果糖、D-葡萄糖、甘油、肌醇、麦芽糖、D-甘露醇、蜜二糖、棉籽糖、D-核糖、水杨苷、蔗糖、海藻糖、松二糖、D-木糖。不能

由下列物质产酸：D-核糖醇、苦杏仁苷、DL-阿拉伯糖、DL-阿糖醇、纤维二糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、DL-岩藻糖、D-半乳糖、苦杏仁糖、糖原、菊糖、乳糖、D-来苏糖、D-甘露糖、松三糖、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-β-D-吡喃木糖苷、葡萄糖酸钾、5-酮基葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾、L-鼠李糖、D-山梨醇、淀粉、D-己酮糖、L-木糖或木糖醇。下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶和萘酚-AS-BI-磷酸水解酶。下列酶活性为阴性：N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、酸性磷酸酶、α-胰凝乳蛋白酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、β-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、亮氨酸芳基酰胺酶、酯酶（C14）、α-甘露糖苷酶、缬氨酸芳基酰胺酶和胰蛋白酶。**★化学特性：**细胞壁二氨基酸（cell-wall diamino acid）为 *meso*-二氨基庚二酸（*meso*-diaminopimelic acid）。主要极性脂（polar lipid）为二磷脂酰甘油（diphosphatidylglycerol）、磷脂酰甘油（phosphatidylglycerol）和磷脂酰乙醇胺（phosphatidylethanolamine）和一个未知的极性脂质。唯一的呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 $C_{16:1\omega7c}/C_{16:1\omega6c}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.1 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 SCSIO 15042^T 为芽胞杆菌属种类。菌株 SCSIO 15042^T 与 *B. herbersteinensis* D-1-5a^T、*B. infantis* SMC 4352-1^T、*B. novalis* LMG 21837^T、*B. drentensis* LMG 21831^T 之间的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 96.2%、96.2%、96.1%和 96.1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgcagtcgag  cggacagatg  ggagcttgct  ccctgaagtc  agcggcggac  gggtgagtaa
61    cacgtgggca  acctgcctgt  aagactggga  taacttcggg  aaaccggagc  taataccgga
121   taacaccgag  gaccacatgg  tccttggttg  aaagatggct  tcggctatca  cttacagatg
181   ggcccgcggc  gcattagcta  gttggtgagg  taacggctca  ccaaggcaac  gatgcgtagc
241   cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag
301   gcagcagtag  ggaatcttcc  gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagcg
361   atgaaggcct  tcgggtcgta  aagctctgtt  gttagggaag  aacaagtacc  agagtaactg
421   ctggtacctt  gacggtacct  aaccagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg
481   taatacgtag  gtggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggtt
541   ccttaagtct  gatgtgaaag  cccacggctc  aaccgtggag  ggtcattgga  aactggggaa
601   cttgagtgca  gaagaggaaa  gcggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg
661   gaggaacacc  agtggcgaag  gcggctttct  ggtctgtaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc
721   gtggggagca  aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctaag
781   tgttaggggg  tttccgcccc  ttagtgctgc  agctaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga
841   gtacggccgc  aaggctgaaa  ctcaaaggaa  ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca
901   tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  tctgacaact
961   ctagagatag  agcgttcccc  ttcgggggac  agagtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca
1021  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg
1081  ccagcattca  gttgggcact  ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga
1141  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac  acgtgctaca  atggacggta
1201  caaagagtcg  caagaccgcg  aggtggagct  aatctcataa  aaccgttctc  agttcggatt
1261  gcaggctgca  actcgcctgc  atgaagccgg  aatcgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg
1321  cggtgaatac  gttcccgggc  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgcaaca
1381  cccgaagtcg  gtgaggtaac  cgtaa
```

2. *Bacillus acidiceler*（酸快生芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-2。*Bacillus acidiceler* Peak et al.，2007，sp. nov.（酸快生芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CBD 119 = DSM 18954 = NRRL B-41736。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ374637。**★种名释意：***acidiceler* 中 *acidum* 为酸之意，*celer* 为快速之意，故中文名称为酸快生芽胞杆菌（N.L. n. *acidum*（from L. adj. *acidus*，sour），an acid；L. masc. adj. *celer*，fast；N.L. masc. adj. *acidiceler*，fast growing in acid）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CBD 119^{T} 由美国佛罗里达州坦帕综合医院病理科的生物防御研究中心从 1 份很有可能含有炭疽病菌的法医样品中分离而来。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，但早期（生长 6 h 时）革兰氏染色可变，圆端杆状，（0.8～1.0）μm×（2～12）μm，不运动，分支长链状。芽胞椭圆形，次端生，胞囊不膨大，无伴胞晶体。在含 5%羊血的 TSA 培养基上 30℃培养 24 h 的菌落直径约 3 mm，呈奶油至珍珠灰色，无溶血活性，不透明，光滑，有光泽；随着培养时间的延长，菌落带有细皱褶，圆形，完整，微凸起；生长后期渐呈火山口状。**★生理特性：**在 Sabouraud 琼脂上培养的最适 pH 为 5.6，在 pH 为 4.5 时不生长，最大 pH 达 8.5。在含 5% NaCl 或 45℃时菌株不生长。对下列化合物敏感：氯霉素、环丙沙星、克拉霉素、克林霉素、红霉素、庆大霉素、左氧氟沙星、莫西沙星、达福普汀、利福平、链霉素、四环素和万古霉素，耐青霉素、苯唑西林、氨苄西林、阿莫西林和头孢曲松。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。V-P 反应为弱阳性。不产生吲哚。β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、鸟氨酸脱羧酶、赖氨酸脱羧酶和柠檬酸盐利用均为阴性。能水解酪蛋白、明胶和七叶苷，但不能水解淀粉或尿素。能由下列碳源产酸：苦杏仁苷、熊果苷、D-纤维二糖、D-果糖、异麦芽酮糖、葡萄糖酸、D-葡萄糖、N-乙酰-D-氨基葡萄糖、甘油、糖原、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、水杨苷、淀粉、蔗糖和海藻糖。不能由下列碳源产酸：核糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-半乳糖、2-或 5-酮基-D-葡萄糖酸、甲基-α-D-葡糖苷、肌醇、菊糖、乳糖、L-来苏糖、甲基-D-甘露糖、D-松三糖、蜜二糖、D-棉籽糖、L-棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-山梨醇、山梨糖、D-已酮糖、D-松二糖、木糖醇、D-木糖、L-木糖和甲基-β-木糖苷。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 及 iso-$C_{14:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.3 mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示菌株 CBD119^{T} 与 *B. luciferensis* LMG18422^{T} 的同源性达到了 99.3%。CBD119^{T} 和 *B. luciferensis* JCM12212^{T} DNA 杂交关联度低于 20%。菌株 CBD119^{T} 的表型和基因型与已正式命名发表的 *B. luciferensis* JCM12212^{T} 的 16S rRNA 基因序列同源性大于 97%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tggctcagga  cgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcgg  actaatggga
61    gcttgctccc  gttagttagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggcaacc  tacctgtaag
121   actgggataa  cttcgggaaa  ccggagctaa  taccggatga  cataaaggaa  ctcctgttcc
181   tttattgaaa  gatggcytcg  gctatcactt  acagatgggc  ccgcggcgca  ttagctagtt
241   ggtgaggtaa  cggctcacca  aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca
301   cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca
361   atggacgaaa  gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgagcgatg  aaggccttcg  ggtcgtaaag
421   ctctgttgtt  agggaagaac  aagtgctagt  tgaataagct  ggcaccttga  cggtacctaa
```

481　ccagaaagcc　acggctaact　acgtgccagc　agccgcggta　atacgtaggt　ggcaagcgtt
541　gtccggaatt　attgggcgta　aagcgcgcgc　aggcggtttc　ttaagtctga　tgtgaaagcc
601　cccggctcaa　ccggggaggg　tcattggaaa　ctgggaaact　tgagtgcaga　agaggaaagt
661　ggaattccaa　gtgtagcggt　gaaatgcgta　gagatttgga　ggaacaccag　tggcgaaggc
721　gactttctgg　tctgtaactg　acgctgagcg　cgaaagcgtg　gggagcaaac　aggattagat
781　accctggtag　tccacgctgt　aaacgatgag　tgctaagtgt　tagagggttt　ccgcccttta
841　gtgctgaagt　taacgcatta　agcactccgc　ctggggagta　cggtcgcaag　actgaaactc
901　aaaggaattg　acgggggccc　gcacaagtgg　tggagcatgt　ggtttaattc　gaagcaacgc
961　gaagaacctt　accaggtctt　gacatcctct　gacaacccta　gagatagggc　tttcccttcg
1021　gggacagagt　gacaggtggt　gcatggttgt　cgtcagctcg　tgtcgtgaga　tgttgggtta
1081　agtcccgcaa　cgagcgcaac　ccttgatctt　agttgccagc　attyagttgg　gcactctaag
1141　gtgactgccg　gtgacaaacc　ggaggaaggt　ggggatgacg　tcaaatcatc　atgcccctta
1201　tgacctgggc　tacacacgtg　ctacaatgga　tagtacaaag　ggttgcaaga　ccgcgaggtg
1261　gagctaatcc　cataaaacta　ttctcagttc　ggattgtagg　ctgcaactcg　cctacatgaa
1321　gccggaatca　ctagtaatcg　cggatcagca　tgccgcggtg　aatacgttcc　cgggccttgt
1381　acacaccgcc　cgtcacacca　cgagagtttg　taacacccga　agtcggtggg　gtaacctttt
1441　aggggccagc　cgcctaaggt　gggacagatg　attggggtga　agtcgtaaca　aggta

3. *Bacillus acidicola*（酸居芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-3。*Bacillus acidicola* Albert et al.，2005，sp. nov.（酸居芽胞杆菌）。**★模式菌株：**105-2 = ATCC BAA-366 = DSM 14745 = NRRL B-23453。**★16S rRNA 基因序列号：**AF547209。**★种名释意：***acidicola* 中 *acidum* 为酸之意，*cola* 为栖息地之意，故其中文名称为酸居芽胞杆菌（a.ci.di′co.la. N.L. n. *acidum* an acid；L. suff. -*cola* an inhabitant of a place，a resident；N.L. masc. n. *acidicola* an inhabitant of acidic environments）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 105-2^{T} 从美国威斯康星州的泥炭沼泽分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，形成芽胞，杆状，（1.0～1.6）μm×（3.1～5.9）μm，单生或链状生长。在液体培养中，菌体可以形成丝杆状，宽 1.0～1.3 μm。在 PCA 培养基中培养 48 h 的菌落直径为 3.1～5.9 mm，光滑，有光泽，圆形，浅黄色。**★生理特性：**嗜热、嗜酸。生长温度和 pH 分别为 15～45℃和 3.5～7.0。**★生化特性：**赖氨酸脱羧酶和柠檬酸利用为阳性，V-P 反应、产吲哚和苯丙氨酸脱氨酶为阴性。不能水解明胶、酪蛋白和丙酸。由下列物质产酸：D-葡萄糖、D-甘露醇、D-木糖、甘油、蔗糖、D-纤维二糖、D-核糖、D-甘露糖、D-麦芽糖、D-果糖和 D-半乳糖。不能由下列物质产酸：L-山梨糖、D-山梨醇、L-鼠李糖和 DL-阿拉伯糖。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7，主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（57.86%）、anteiso-$C_{15:0}$（24.3%）和 anteiso-$C_{17:0}$（8.47%）。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。该菌株与 *B. sporothermodurans* DSM 10599^{T} 和 *B. oleronius* DSM 9356^{T} 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 97.4%和 97.8%。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.2 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1　tggagagttt　gatcctggct　caggacgaac　gctggcggcg　tgcctaatac　atgcaagtcg
61　agcgaatcaa　ttgggagctt　gctccctttt　ggttagcggc　ggacgggtga　gtaacacgtg
121　ggtaacctgc　ctgtaagact　gggataactc　cgggaaaccg　gggctaatac　cggataactt

```
181   cttcctccgc  atgggggrat  attgaaagat  ggcttcggct  atcacttaca  gatggacccg
241   cggcgcatta  gctagttggt  gaggtaacgg  ctcaccaagg  caacgatgcg  tagccgacct
301   gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca
361   gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  agtgatgaag
421   gttttcggat  cgtaaaactc  tgttgttagg  gaagaacaag  taccgttcga  atagggcggt
481   accttgacgg  tacctaacca  gaaagccacg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata
541   cgtaggtggc  aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggtttctta
601   agtctgatgt  gaaagcccac  ggctcaaccg  tggagggtca  ttggaaactg  ggagacttga
661   gtgcagaaga  ggagagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagat  atgtggagga
721   acaccagtgg  cgaaggcgac  tctctggtct  gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg
781   gagcgaacag  gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaagtgtta
841   gagggtttcc  gccctttagt  gctgcagcta  acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg
901   gccgcaaggc  tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg
961   tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catcctctga  caaccctaga
1021  gatagggctt  tccccttcgg  gggacagagt  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg
1081  tgtcgtgaga  tgttgggtta  agtcccgcaa  cgagcgcaac  ccttgacctt  agttgccagc
1141  attcagttgg  gcactctagg  gtgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg
1201  tcaaatcatc  atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatgga  tggtacaaag
1261  ggctgcaaga  ccgcgaggtt  tagccaatcc  cataaaacca  ttctcagttc  ggattgtagg
1321  ctgcaactcg  cctacatgaa  gccggaatcg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg
1381  aatacgttcc  cgggccttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagtttg  taacacccga
1441  agtcggtgag  gtaacctttt  ggagccagcc  gccgaaggtg  ggacagatga  ttggggtgaa
1501  gtcgtaacaa  ggtagccgta  tcggaaggtg  cggytggatc  acctcctt
```

4. *Bacillus acidiproducens*（产酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-4。*Bacillus acidiproducens* Jung et al.，2009，sp. nov.（产酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SL213 = JCM 14638 = KCTC 13078。**★16S rRNA 基因序列号：**EF379274。**★种名释意：***acidiproducens* 中 *acidum* 为酸之意，*producens* 为产生之意，故中文名称为产酸芽胞杆菌［N.L. n. *acidum*（from L. adj. *acidus -a -um*，sour，tart，acid），an acid；L. part. adj. *producens*，producing；N.L. part. adj. *acidiproducens*，acid-producing］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SL213^T 从韩国葡萄园的土壤中分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，形成芽胞，杆状，（0.8～1.2）μm×（4.0～4.5）μm，以端生鞭毛运动。芽胞椭圆形，次端生。在 TSA 培养基上的菌落圆形，扁平，白色或象牙白，直径 5.0 mm。**★生理特性：**生长温度为 25～45℃，最适为 37℃。pH 为 3.5～7.5，最适 pH 为 7.0。可在 5% NaCl 中生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。产 3-羟基丁酮和乳酸。硝酸盐还原成亚硝酸盐。水解明胶、酪蛋白、DNA 和吐温 80。β-半乳糖苷酶（ONPG）、甲基红试验、产 H_2S 和吲哚、磷酸酶均为阴性。脲酶、苯丙氨酸脱氨酶、鸟氨酸脱羧酶、赖氨酸脱羧酶为阳性。可利用下列碳源：甘油、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、鼠李糖、甘露醇、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、蔗糖、D-来苏糖、D-己酮糖和葡萄糖酸。**★化学特性：**细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸，主要糖类是葡萄糖和半乳糖。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、

iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$和 anteiso-$C_{17:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 46.1 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明菌株 SL213^{T}与 *B. coagulans* ATCC 7050^{T}和 *B. badius* ATCC14574^{T}的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 96.9%和 95.9%，与菌株 SL1213、*B. coagulans* ATCC7050^{T}和 *B. badius* ATCC14574^{T}的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 92.5%、49.0%和 27.5%。16S rRNA 基因序列如下。

1 gtcgagcgga ctctttaaaa gcttgctttt aaagagtcag cggcggacgg gtgagtaaca
61 cgtgggtaac ctgcctgtaa gactgggata actccgggaa accggggcta ataccggata
121 agtttttcct tcgcatggag gaaaaataaa agatggcttt tgctatcact tacagatgga
181 cccgcggcgc attagctagt tggtgcgggt aatggcccac caaggcaacg atgcgtagcc
241 gacctgagag ggtgatcggc cacattggga ctgagacacg gcccaaactc ctacgggagg
301 cagcagtagg gaatcttccg caatggacga aagtctgacg gagcaacgcc gcgtgagtga
361 agaaggtttt cggatcgtaa aactctgttg tcagggaaga acaagtgctg ttcgaacagg
421 gcggcacctt gacggtacct gaccagaaag ccacggctaa ctacgtgcca gcagccgcgg
481 taatacgtag gtggcaagcg ttgtccggaa ttattgggcg taaagcgcgc gcaggcggct
541 tcttaagtct gatgtgaaat cttgcggctc aaccgcaagc ggtcattgga aactgggagg
601 cttgagtgca gaagaggaga gtggaattcc acgtgtagcg gtgaaatgcg tagagatgtg
661 gaggaacacc agtggcgaag gcgactctct ggtctgtaac tgacgctgag gcgcgaaagc
721 gtggggagcg aacaggatta gataccctgg tagtccacgc cgtaaacgat gagtgctaag
781 tgttagaggg tttccgccct ttagtgctgc agctaacgca ttaagcactc cgcctgggga
841 gtacgaccgc aaggttgaaa ctcaaaggaa ttgacggggg cccgcacaag cggtggagca
901 tgtggtttaa ttcgaagcaa cgcgaagaac cttaccaggt cttgacatcc tctgacctcc
961 ctggagacag ggccttcccc ttcgggggac agagtgacag gtggtgcatg gttgtcgtca
1021 gctcgtgtcg tgagatgttg ggttaagtcc cgcaacgagc gcaacccttg accttagttg
1081 ccagcattca gttgggcact ctaaggtgac tgccggtgac aaaccggagg aaggtgggga
1141 tgacgtcaaa tcatcatgcc ccttatgacc tgggctacac acgtgctaca atggatggta
1201 caaagggcag caagaccgcg aggttaagcc aatcccataa aaccattctc agttcggatt
1261 gcaggctgca acccgcctgc atgaagctgg aatcgctagt aatcgcggat cagcatgccg
1321 cggtgaatac gttcccgggc cttgtacaca ccgcccgtca caccacgaga gtttgtaaca
1381 cccgaagtcg gtgaggtaac ctttggagcc agccg

5. *Bacillus aeolius*（伊奥利亚岛芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-5。*Bacillus aeolius* Gugliand et al.，2003，sp. nov.（伊奥利亚岛芽胞杆菌）。★**模式菌株：**4-1 = CIP 107628 = DSM 15084。★**16S rRNA 基因序列号：**AJ504797。★**种名释意：***aeolius* 意为模式菌株分离自意大利伊奥利亚岛，故其中文名称为伊奥利亚岛芽胞杆菌［N L. adj. *aeolius* pertaining to the Eolian Island（*Insulae Aeoliae*）where the organism was isolated from a shallow marine hydrothermal vent］。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 4-1^{T}从意大利火山岛的浅海温泉的水样中分离得到。★**形态特征：**细胞杆状（2.0 μm× 0.5 μm）、革兰氏阳性、嗜热、嗜盐、需氧、能运动；形成芽胞，芽胞圆形、端生。★**生理特性：**生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 37～65℃、7～9 和 0.5%～5%。厌氧时最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 55℃、8.0 和 2%。★**生化特性：**过氧化氢酶反应阴性，氧化酶反应阳性；能利用柠檬酸盐，产 3-羟基丁酮，不产

生吲哚和 H_2S；硝酸钠不能被还原；能水解淀粉、酪蛋白和明胶，但不能水解七叶苷或尿素；精氨酸双水解酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶等反应阴性；癸酸和柠檬酸反应为阴性。不能利用下列碳水化合物：芳-丁水杨苷炔、苦杏仁苷、核糖醇、D-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖、L-岩藻糖、半乳糖、β-异麦芽酮糖、α-甲基-D-葡糖苷、葡萄糖酸盐、糖原、菊糖、乳糖、D-来苏糖、α-甲基-D-甘露糖、鼠李糖、山梨醇、L-山梨醇、木糖醇和 L-木糖 β-甲基-木糖苷。亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、胰凝乳蛋白酶、α-岩藻糖苷酶、β-半乳糖苷酶、N-乙酰氨基葡萄糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸苷酶和 α-甘露糖苷酶为阴性反应。利用下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、纤维二糖、果糖、2-酮基-葡萄糖酸、5-酮基-葡萄糖酸、N-乙酰基葡萄糖胺、葡萄糖、甘油、肌醇、麦芽糖、甘露醇、甘露糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、核糖、水杨苷、淀粉、蔗糖、海藻糖、松二糖和 D-木糖。下列碳源能促进生长：阿拉伯糖、N-乙酰基葡萄糖胺、葡萄糖、葡萄糖酸盐、苹果酸盐、麦芽糖、甘露醇、甘露糖基和苯基-乙酸乙酯。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 40.8 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gaacggatgg  agagcttgct
61    ctcctgacgt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctgcctg  taagaccggg
121   ataacttcgg  gaaaccggag  ctaataccgg  ataattcctt  tcctcgcatg  aggaaaggtt
181   gaaaggcggc  ttcggctgtc  acttacagat  gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtgag
241   gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg
301   gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac
361   gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagc  gatgaaggtc  ttcggatcgt  aaagctctgt
421   tgttagggaa  gaacaagtac  cgttcgaata  gggcggtacc  ttgacggtac  ctaaccagaa
481   agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttgtccgg
541   aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  tctcttaagt  ctgatgtgaa  agcccacggc
601   tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactggga  gacttgagtg  cagaagagga  gagcggaatt
661   ccatgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagata  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcggctct
721   ctggtctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781   ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttagag  ggtttccgcc  ctttagtgct
841   gcagctaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggcc  gcaaggctga  aactcaaagg
901   aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961   accttaccag  gtcttgacat  cctctgctac  ctctagagat  agagggttcc  ccttcggggg
1021  acggagtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt
1081  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgaccttagt  tgccagcatt  cagttgggca  ctctaaggtg
1141  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga
1201  cctgggctac  acacgtgcta  caatgggtgg  tacaaagggc  tgcgatgccg  cgaggctgag
1261  ccaatcccaa  aaaaccactc  tcagttcgga  ttgcaggctg  caactcgcct  gcatgaagcc
1321  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg  gccttgtaca
1381  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttgcaa  cacccg
```

6. *Bacillus aequororis*（科摩林角芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-6。*Bacillus aequororis* Singh et al.，2014，sp. nov.（科摩林角芽胞杆

菌）。★**模式菌株：**M-8 = MTCC 11626 = JCM 19304。★**16S rRNA 基因序列号：**KC686697。★**种名释意：***aequorois* 为海之意，模式菌株分离自印度科摩林角海洋沉积物，故其中文名称为科摩林角芽胞杆菌（a.e′quo.ris. L. gen. n. *aequororis*，of the sea，a bacterium isolated from a marine sediment sample collected from the Bay of Bengal，Kanyakumari coast，India）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 M-8[T] 是从印度孟加拉湾的科摩林角海湾海底沉积物中分离得到的。生物学特性符合芽胞杆菌属特性。★**形态特征：**细胞革兰氏阳性，杆状（2.0 μm× 0.5 μm），好氧，能运动，形成芽胞。在 TSA 培养基上，菌落圆形，直径 1～2 mm，边缘整齐，凸起，橘色，光滑，不透明。★**生理特性：**菌株生长的温度为 15～42℃，最适生长温度为 30℃。适合生长的 pH 为 5.6～11.0，最适 pH 为 7.0。可在不高于 7% NaCl 中生长。★**生化特性：**能利用柠檬酸，能水解吐温 20、明胶。鸟氨酸脱羧酶和过氧化氢酶为阳性，但氧化酶、酪蛋白水解、淀粉水解、产尿素、甲基红和 V-P 反应、产 H_2S、硝酸盐还原、精氨酸双水解酶和赖氨酸脱羧酶为阴性。可利用下列化合物产酸：果糖、乳糖、棉籽糖、鼠李糖、甘露醇、纤维二糖和核糖醇。但由下列化合物不产酸：半乳糖、阿拉伯糖、木糖、肌醇、山梨醇或水杨苷。不能利用下列化合物作为唯一氮源：组氨酸、苯丙氨酸、缬氨酸、半胱氨酸、羟基脯氨酸、精氨酸和丝氨酸。★**化学特性：**特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸，细胞壁的主要糖类是葡萄糖和半乳糖。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:1\omega7c}$ alcohol，主要呼吸醌是 MK-7，主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和未知的糖脂类。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.6 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明该菌株与 *Bacillus horikoshi* 16S rRNA 基因序列同源性为 99.5%、与 *Bacillus halmapalus* 为 98.3%、与 *Bacillus cohnii* 为 97.4%。该菌与 *Bacillus horikoshi*、*Bacillus halmapalus*、*Bacillus cohnii* 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 60.7%、37.6%、29.9%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    ggacctttta  aaagcttgct  tttgaaaggt  cagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc
121   aacctgcctg  taagactggg  ataacttcgg  gaaaccggag  ctaataccgg  ataatataag
181   gaacctcctg  gttctttatt  gaaagatggt  ttcggctatc  acttacagat  gggcccgcgg
241   cgcattagct  agttggtgag  gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag
301   agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta
361   gggaatcttc  cacaatggac  gaaagtctga  tggagcaacg  ccgcgtgagc  gatgaaggcc
421   ttcgggtcgt  aaagctctgt  tgttagggaa  gaacaagtgc  gagagtaact  gctcgcacct
481   tgacggtacc  taaccagaaa  gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta
541   ggtggcaagc  gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggtggt  cctttaagtc
601   tgatgtgaaa  gcccacggct  caaccgtgga  gggtcattgg  aaactggggg  acttgagtgc
661   agaagaggaa  agtggaattc  caagtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagattt  ggaggaacac
721   cagtggcgaa  ggcgactttc  tggtctgtaa  ctgacactga  ggcgcgaaag  cgtggggagc
781   aaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctaa  gtgttagagg
841   gtttccgccc  tttagtgctg  cagctaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggtcg
901   caagactgaa  actcaaagga  attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta
961   attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ctctgacact  ccatagagat
1021  aggacgttcc  ccttcggggg  acagagtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt
```

1081　cgtgagatgt　tgggttaagt　cccgcaacga　gcgcaaccct　tgatcttagt　tgccagcatt
1141　cagttgggca　ctctaaggtg　actgccggtg　acaaaccgga　ggaaggtggg　gatgacgtca
1201　aatcatcatg　ccccttatga　cctgggctac　acacgtgcta　caatggacgg　tacaaagggc
1261　agcaaaaccg　cgaggtcgag　ccaatcccat　aaaaccgttc　tcagttcgga　ttgcaggctg
1321　caactcgcct　gcatgaagcc　ggaatcgcta　gtaatcgcgg　atcagcatgc　cgcggtgaat
1381　acgttcccgg　gccttgtaca　caccgcccgt　cacaccacga　gagtttgtaa　cacccgaagt
1441　cggtggggta

7. *Bacillus aerius*（空气芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-7。*Bacillus aerius* Shivaji et al.，2006，sp. nov.（空气芽胞杆菌）。**★模式菌株：**24K = JCM 13348 = MTCC 7303。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ831843。**★种名释意：***aerius* 为空气之意，故其中文名称为空气芽胞杆菌（L. masc. adj. *aerius*，pertaining to the air，aerial）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $24K^T$ 从保存的高空空气样本的低温管中分离出来，空气样品是从位于印度海得拉巴的塔塔基础科学研究所国家科学气球设施中心上空采集而来（17º28′20″N，78º34′48″E），分别采集于海拔 24 km、28 km 和 41 km 的空气样本保存冷冻管中。**★形态特征：**菌株 $24K^T$ 在营养琼脂上菌落为白色、形状不规则、凸起、直径 3～5 mm。**★生理特性：**适宜生长温度 8～37℃，40℃时不生长；适宜生长 pH 为 6～10，pH 为 4 或 11 条件下不生长；耐 11.6% NaCl，耐紫外线辐射。菌株对下列化合物敏感：妥布霉素（15 μg）、洛美沙星（30 μg）、罗红霉素（30 μg）、链霉素（25 μg）和新生霉素（30 μg），耐青霉素（10 μg）、萘啶酸（30 μg）、氨苄西林（25 μg）、卡那霉素（30 μg）、黏菌素（10 μg）、新生霉素（30 μg）、磺胺甲噁唑（25 μg）、万古霉素（30 μg）、四环素（30 μg）、氯霉素（30 μg）、红霉素（15 μg）、诺氟沙星（10 μg）、环丙沙星（30 μg）、林可霉素（15 μg）、头孢哌酮（75 μg）、阿米卡星（30 μg）、头孢呋辛（30 μg）和阿莫西林（30 μg）等。**★生化特性：**精氨酸脱羧酶为阳性，精氨酸双水解酶为阴性。能水解柠檬酸和明胶，不能水解尿素。能利用下列碳源：D-阿拉伯糖、柠檬酸、菊糖、聚乙二醇、乙酸、琥珀酸、D-山梨糖、L-山梨醇、淀粉、巯基乙酸、D-海藻糖和木糖醇。不能利用下列碳源：N-乙酰葡萄糖胺、D-纤维二糖、核糖醇、肌醇、D-棉籽糖和 D-鼠李糖。由麦芽糖产酸。能利用丙氨酸、赖氨酸和色氨酸，不能利用甘氨酸和苏氨酸。**★化学特性：**主要脂肪酸是 iso-$C_{17:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:1\ 9\ cis}$ 和 $C_{16:1\ 11\ cis}$。菌体中主要极性脂为磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和两种未知的磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 45 mol%。基因序列分析表明该菌株与 *Bacillus licheniformis* 16S rRNA 基因序列同源性为 98%～99%。该菌与 *Bacillus pumilus* 的 DNA-DNA 杂交关联度为 55%。16S rRNA 基因序列如下。

1　tcctggctca　ggacgaacgc　tggcggcgtg　cctaatacat　gcaagtcgag　cggaccgacg
61　ggagcttgct　cccttaggtc　agcggcggac　gggtgagtaa　cacgtgcgta　acctgcctgt
121　aagactggga　taactccggg　aaaccggggc　taataccgga　tgcttgattg　aaccgcatgg
181　ttcaatcata　aaaggtggct　tttagctacc　acttacagat　ggacccgcgg　cgcattagct
241　agttggtgag　gtaacggctc　accaaggcga　cgatgcgtag　ccgacctgag　agggtgatcg

301	gccacactgg	gactgagaca	cggcccagac	tcctacggga	ggcagcagta	gggaatcttc
361	cgcaatggac	gaaagtctga	cggagcaacg	ccgcgtgagt	gatgaaggtt	ttcggatcgt
421	aaaactctgt	tgttagggaa	gaacaagtac	cgttcgaata	gggcggtacc	ttgacggtac
481	ctaaccagaa	agccacggct	aactacgtgc	cagcagccgc	ggtaatacgt	aggtggcaag
541	cgttgtccgg	atattgggcg	taaagcgcgc	gcaaggcggt	tttcttaagt	ctgatgtgcc
601	cagcccccgg	ctcaaccggg	gagggtcatt	ggaaactggg	gaacttgagt	gcagaagagg
661	agagtggaat	tccacgtgta	gcggtgaaat	gcgtagagat	gtggaggaac	accagtggcg
721	aaggcgactc	tctggtctgt	aactgacgct	gaggcgcgaa	agcgtgggga	gcgaacagga
781	ttagataccc	tggtagtcca	cgccgtaaac	gatgagtgct	aagtgttaga	gggtttccgc
841	cctttagtgc	tgcagcaaac	gcattaagca	ctccgcctgg	ggagtacggt	cgcaagactg
901	aaactcaaag	gaattgacgg	gggcccgcac	aagcggtgga	gcatgtggtt	taattcgaag
961	caacgcgaag	aaccttacca	ggtcttgaca	tcctctgaca	accctagaga	tagggcttcc
1021	ccttcggggg	cagagtgaca	ggtggtgcat	ggttgtcgtc	agctcgtgtc	gtgagatgtt
1081	gggttaagtc	ccgcaacgag	cgcaaccctt	gatcttagtt	gccagcattc	agttgggcac
1141	tctaaggtga	ctgccggtga	caaaccggag	gaaggtgggg	atgacgtcaa	atcatcatgc
1201	cccttatgac	ctgggctaca	cacgtgctac	aatgggcaga	acaaagggca	gcgaagccgc
1261	gaggctaagc	caatcccaca	aatctgttct	cagttcggat	cgcagtctgc	aactcgactg
1321	cgtgaagctg	gaatcgctag	taatcgcgga	tcagcatgcc	gcggtgaata	cgttcccggg
1381	ccttgtacac	accgcccgtc	acaccacgag	agtttgtaac	acccgaagtc	ggtgaggtaa
1441	ccttttggag	ccagccgccg	aaggtgggac	agatgattgg	ggtgaagtcg	taca

8. *Bacillus aerophilus*（嗜气芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-8。*Bacillus aerophilus* Shivaji et al.，2006，sp. nov.（嗜气芽胞杆菌）。**★模式菌株：**28K = JCM 13347 = MTCC 7304。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ831844。**★种名释意：***aerophilus* 中 *aêr* 为空气之意，*philus* 为喜好之意，故中文名称为嗜气芽胞杆菌［Gr. n. *aêr*，air；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj.*aerophilus*，air-loving］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $28K^T$ 从保存高空空气样本的低温管中分离出来。空气样品是从位于印度海得拉巴的塔塔基础科学研究所国家科学气球设施中心上空采集而来（17°28′20″N，78°34′48″E），分别采集于海拔 24 km、28 km 和 41 km 的空气样本保存冷冻管中。**★形态特征：**菌株 $28K^T$ 在营养琼脂上菌落呈白色、凸起、边缘规则、直径 2～3 mm。**★生理特性：**适宜生长温度 8～45℃和 pH 5～8，耐 2% NaCl。对诺氟沙星（10 μg）、青霉素（10 μg）、头孢哌酮（75 μg）、头孢呋辛（30 μg）、卡那霉素（30 μg）、磺胺甲噁唑（25 μg）、四环素（30 μg）、萘啶酸（30 μg）和阿莫西林（30 μg）敏感，耐阿米卡星（30 μg）、环丙沙星（30 μg）、林可霉素（15 μg）、新生霉素（30 μg）和氨苄西林（25 μg）。**★生化特性：**精氨酸脱羧酶和精氨酸双水解酶为阳性。能水解柠檬酸和明胶，不能水解尿素。能利用下列碳源：D-阿拉伯糖、柠檬酸、菊糖、聚乙二醇、乙酸、琥珀酸、D-山梨糖、L-山梨醇、淀粉、巯基乙酸、D-棉籽糖、D-鼠李糖、D-海藻糖和木糖醇。不能利用下列碳源：N-乙酰葡萄糖胺、D-纤维二糖、核糖醇和肌醇。由麦芽糖产酸。能利用丙氨酸、苏氨酸、赖氨酸和色氨酸，不能利用甘氨酸。**★化学特性：**主要的脂肪酸是 iso-$C_{15:0}$、

anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。主要极性脂为磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和两种未知的磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 44 mol%。基因序列分析表明该菌株与 *B. licheniformis* 和 *B. sonorensis* 16S rRNA 基因序列同源性小于 70%。该菌与最近的种 DNA-DNA 杂交关联度为 55%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gagtttgatc ctggctcagg acgaacgctg gcggcgtgcc taatacatgc aagtcgagcg
61    gacagaaggg agcttgctcc cggatgttag cggcggacgg gtgagtaaca cgtgggtaac
121   ctgcctgtaa gactgggata actccgggaa accggagcta ataccggata gttccttgaa
181   ccgcatggtt caaggatgaa agacggtttc ggctgtcact tacagatgga cccgcggcgc
241   attagctagt tggtgaggta acggctcacc aaggcgacga tgcgtagccg acctgagagg
301   gtgatcggcc acactgggac tgagacacgg cccagactcc tacgggaggc agcagtaggg
361   aatcttccgc aatggacgaa agtctgacgg agcaacgccg cgtgagtgat gaaggttttc
421   ggatcgtaaa gctctgttgt tagggaagaa caagtgcaag agtaactgct tgcaccttga
481   cggtacctaa ccagaaagcc acggctaact acgtgccagc agccgcggta atacgtaggt
541   ggcaagcgtt gtccggaatt attgggcgta aagggctcgc aggcggtttc ttaagtctga
601   tgtgaaagcc cccggctcaa ccggggaggg tcattggaaa ctgggaaact tgagtgcaga
661   agaggagagt ggaattccac gtgtagcggt gaaatgcgta gagatgtgga ggaacaccag
721   tggcgaaggc gactctctgg tctgtaactg acgctgagga gcgaaagcgt ggggagcgaa
781   caggattaga taccctggta gtccacgccg taaacgatga gtgctaagtg ttagggggtt
841   tccgcccctt agtgctgcag ctaacgcatt aagcactccg cctggggagt acggtcgcaa
901   gactgaaact caaaggaatt gacgggggcc cgcacaagcg gtggagcatg tggtttaatt
961   cgaagcaacg cgaagaacct taccaggtct tgacatcctc tgacaaccct agagataggg
1021  ctttcccttc ggggacagag tgacaggtgg tgcatggttg tcgtcagctc gtgtcgtgag
1081  atgttgggtt aagtcccgca acgagcgcaa cccttgatct tagttgccag cattcagttg
1141  ggcactctaa ggtgactgcc ggtgacaaac cggaggaagg tggggatgac gtcaaatcat
1201  catgcccctt atgacctggg ctacacacgt gctacaatgg acagaacaaa gggctgcgag
1261  accgcaaggt ttagccaatc ccacaaatct gttctcagtt cggatcgcag tctgcaactc
1321  gactgcgtga agctggaatc gctagtaatc gcggatcagc atgccgcggt gaatacgttc
1381  ccgggccttg tacacaccgc ccgtcacacc acgagagttt gcaacacccg aagtcggtga
1441  ggtaaccttt atggagccag ccgccgaaag gtggggcaga tgattggggt gaagtcgtaa
1501  caaggtagcc gtatcggaag gtgcggctgg a
```

9. *Bacillus agaradhaerens*（黏琼脂芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-9。*Bacillus agaradhaerens* Nielsen et al.，1995，sp. nov.（黏琼脂芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PN-105 = ATCC 700163 = CIP 105302 = DSM 8721 = LMG 17948。**★16S rRNA 基因序列号：**X76445。**★种名释意：***agaradhaerens* 中 *agarum* 为琼脂之意，adherent 为黏附之意，故其中文名称为黏琼脂芽胞杆菌（Malayan n. *agar*，gelling polysaccharide from brown algae；N.L. n. *agarum*，agar；L. part. adj. *adhaerens*，adherent；N.L. part. adj. *agaradhaerens*，adhering to the agar）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PN-105^T 从土壤中分离获得。**★形态特征：**细胞杆状，（0.5～0.6）μm×（2～5）μm。芽胞椭圆形，（0.6～1.0）μm×（1.0～1.6）μm，次端生，胞囊明显膨大。菌落白色、假根丝状边缘。**★生理特性：**菌株严格嗜碱，pH 为 7.0 时不

生长，适合生长的 pH 大于 10.0。生长温度为 10～45℃，可耐 16% NaCl。**★生化特性：**水解吐温 40 和吐温 60、酪蛋白、明胶、淀粉、纤维素和木聚糖，不水解马尿酸盐、Δ-甲基伞花基-β-D-葡萄糖醛酸（MUG）、吐温 20。苯丙氨酸脱氨酶为阴性。硝酸盐还原成亚硝酸盐。可利用 L-阿拉伯糖、半乳糖、甘露糖、N-乙酰葡萄糖胺和 2-酮基葡萄糖酸。大多数该种的菌株可在己酮糖上生长，但在甲基-β-D-木糖苷、肌醇或木糖醇上不生长。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 39.3 mol%～39.5 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc gcaggaagcc ggcggatccc
61    ttcggggtga anccggtgga atgagcggcg gacgggtgag taacacgtgg gcaacctacc
121   ttgtagactg ggataactcc gggaaaccgg ggctaatacc ggatgatcat ttggatcgca
181   tgatccgaat gtaaaagtgg ggatttatcc tcacactgca agatgggccc gcggcgcatt
241   agctagttgg taaggtaatg gcttaccaag gcgacgatgc gtagccgacc tgagagggtg
301   atcggccaca ctggaactga gacacggtcc agactcctac gggaggcagc agtagggaat
361   catccgcaat gggcgaaagc ctgacggtgc aacgccgcgt gaacgatgaa ggttttcgga
421   tcgtaaagtt ctgttatgag ggaagaacaa gtgccgttcg aataggtcgg caccttgacg
481   gtacctcacg agaaagcccc ggctaactac gtgccagcag ccgcggtaat acgtaggggg
541   caagcgttgt ccggaattat tgggcgtaaa gcgcgcgcag gcggtctctt aagtctgatg
601   tgaaagccca cggctcaacc gtggagggtc attggaaact gggggacttg agtgtaggag
661   aggaaagtgg aattccacgt gtagcggtga aatgcgtaga tatgtggagg aacaccagtg
721   gcgaaggcga ctttctggcc tacaactgac gctgaggcgc gaaagcgtgg ggagcaaaca
781   ggattagata ccctggtagt ccacgccgta aacgatgagt gctaggtgtt aggggtttcg
841   atacccttag tgccgaagtt aacacattaa gcactccgcc tggggagtac ggccgcaagg
901   ctgaaactca aaggaattga cgggggcccg cacaagcagt ggagcatgtg gtttaattcg
961   aagcaacgcg aagaacctta ccaggtcttg acatcctctg acacctctgg agacagagcg
1021  ttccccttcg gggacagag  tgacaggtgg tgcatggttg tcgtcagctc gtgtcgtgag
1081  atgttgggtt aagtcccgca acgagcgcaa cccttgatct tagttgccag cattcagttg
1141  ggcactctaa ggtgactgcc ggtgataaac cggaggaagg tggggatgac gtcaaatcat
1201  catgcccctt atgacctggg ctacacacgt gctacaatgg atggtacaaa gggcagcgag
1261  accgcgaggt taagcgaatc ccataaagcc attctcagtt cggattgcag gctgcaactc
1321  gcctgcatga agccggaatt gctagtaatc gcggatcagc atgccgcggt gaatacgttc
1381  ccgggtcttg tacacaccgc ccgtcacacc acgagagttt gtaacacccg aagtcggtgc
1441  ggtaaccttt tggagccagc cgncgaaggt gggacagatg attggggtga agtcgtaaca
1501  aggtatccct accggaaggt g
```

10. *Bacillus aidingensis*（艾丁湖芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-10。*Bacillus aidingensis* Xue et al.，2008，sp. nov.（艾丁湖芽胞杆菌）。**★模式菌株：**17-5 = CGMCC 1.3227 = DSM 18341。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ504377。**★种名释意：***aidingensis* 意为模式菌株分离自我国新疆艾丁湖，故其中文名称为艾丁湖芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *aidingensis*，pertaining to Lake Ai-Ding，a saline lake in China）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 17-5^T 从我国艾丁盐湖沉积物样品中分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，嗜盐，短杆状，（0.2～0.4）μm×（1.3～2.5）μm，依靠周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，次端生或中生。在 HM 培养基上 37℃培养 24 h，菌落呈乳白色，

中心略凸，圆形，直径 4～5 mm。**★生理特性：**生长温度为 22～44℃，最适生长温度为 37℃。可耐 8%～33% NaCl，最适浓度为 12%，在不含 NaCl 的培养基中不生长。适宜生长的 pH 为 6.0～9.5，最适 pH 为 7.2。**★生化特性：**V-P 反应、过氧化氢酶、明胶和七叶苷水解、硝酸盐还原和产 H_2S 为阳性。甲基红试验、氧化酶、脲酶、DNA 酶、磷酸酶、产 NH_3，以及水解酪蛋白、淀粉、纤维素、吐温（20、40、60 和 80）等反应均为阴性。可利用下列碳源：D-葡萄糖、D-甘露糖、D-半乳糖、L-山梨糖、D-山梨糖、D-果糖、乳糖、蔗糖、麦芽糖、纤维二糖、蜜二糖、海藻糖、棉籽糖、松三糖、D-甘露醇、肌醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、甘油、菊糖、水杨苷和 L-鼠李糖。不能利用 D-阿拉伯糖和 D-木糖。由下列物质产酸：D-葡萄糖、D-半乳糖、D-甘露糖、D-果糖、麦芽糖、纤维二糖、海藻糖、D-甘露醇、甘油。但不能由下列物质产酸：L-山梨糖、D-山梨糖、棉籽糖、松三糖、乳糖、蔗糖、蜜二糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、菊糖或水杨苷。**★化学特性：**特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7，主要极性脂为磷脂酰甘油和一个未鉴定的糖脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.1 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，菌株 17-5^T 与 *B. qingdaonensis* JCM14087^T 和 *B. salarius* DSM16461^T 的同源性分别为 96.0%和 95.6%。16S rRNA 基因序列与其他芽胞杆菌种类的同源性均低于 91.7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    gcgggaagca  ggcagcccct  cttcggaggg  aatgcgtgtg  gaacgagcgg  cggacgggtg
121   agtaacacgt  gggcaacctg  ccctgaggtc  tgggataacc  cagggaaacc  ggggctaata
181   ccggataggc  ccatcgaccg  cctggtcgat  gggtaaaagc  ggggatttc   ctcgcgcccc
241   aggatgggcc  cgcggcgcat  tagctggttg  gtgaggtcac  ggcttaccaa  ggcaacgatg
301   cgtagccgac  ctgagagggt  gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta
361   cgggaggcag  cagtagggaa  tcatccgcaa  tgggcgaaag  cctgacggtg  caacgccgcg
421   tgagtgaaga  aggttttcgg  atcgtaaagc  tctgttatcc  gagaagaaca  agtgccggtc
481   gaagaggccg  gcgccatgac  ggtaccggat  cagaaagccc  cggctaacta  cgtgccagca
541   gccgcggtaa  cacgtagggg  gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agggcgcgca
601   ggcggtttcc  taagtctgat  gtgaaaggcc  acggctcaac  cgtggaatgg  cattggaaac
661   tgggggactt  gagtacagga  gaggagagtg  gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag
721   agatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg  gctctctggc  ctgtaactga  cgctgaggcg
781   cgaaagcgtg  gggagcgaac  aggattagat  accctggtag  tccacgccgt  aaacgttgag
841   tgctaggtgt  taggggtttc  gacgccctta  gtgccgaagc  aaacgcatta  agcactccgc
901   ctggggagta  cgaccgcaag  gttgaaactc  aaaggaattg  acgggggccc  gcacaagcgg
961   tggagcatgt  ggtttaattc  gacgcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt  gacatcttct
1021  ggccgctcca  gagatggagt  tttccccttc  gggggacaga  atgacaggtg  gtgcatggtt
1081  gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgacc
1141  ttagttgcca  gcattaagtt  ggcactctaa  ggtgactgcc  ggtgacaaac  cggaggaagg
1201  tggggatgac  gtcaaatcat  catgcccctt  atgacctggg  ctacacacgt  gctacaatgg
1261  atggtacaga  ggggagcgaa  gccgcgaggt  ggagcgaatc  tcaaaaagcc  attctcagtt
1321  cggactgcag  gctgcaactc  gcctgcatga  agccggaatc  gctagtaatc  gcggatcagc
1381  atgccgcggt  gaatacgttc  ccgggccttg  tacacaccgc  ccgtcacacc  acgagagctt
1441  gcaacacccg  aagtcggtga  ggtaacccgt  aagggagcca  gccgccgaag  gtggggcagg
```

1501　tgattggggt　gaagtcgtaa　caaggtatcc　ctaccggaag　gtgcggctgg　atcacctcct
1561　ta

11. *Bacillus akibai*（秋叶氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-11。*Bacillus akibai* Nogi et al.，2005，sp. nov.（秋叶氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**1139 = ATCC 43226 = JCM 9157。**★16S rRNA 基因序列号：**AB043858。**★种名释意：***akibai* 意为 Akiba，旨在纪念日本微生物学家 Teruhiko Akiba，故其中文名称为秋叶氏芽胞杆菌（N.L. gen. n. *akibai*，of Akiba，named after the Japanese microbiologist Teruhiko Akiba，who made fundamental contributions to the study of alkaliphilic bacteria.）。

【种类描述】。**★菌株来源：**日本海洋与地球科学技术研究部极端生物圈研究中心（日本横须贺）在工业应用及酶的研究中从土壤中分离而获得的一株产羧甲基纤维素酶（CMC 酶）的菌株 1139^T。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，依靠周生鞭毛运动，形成芽胞，杆状，（0.6～0.8）μm×（3.0～4.0）μm。芽胞椭圆形、次端生、胞囊略彭大。菌落圆形，淡黄色。**★生理特性：**菌株生长的温度为 20～45℃，最适温度为 37℃。生长 pH 为 8～10，最适 pH 为 9～10。在 7% NaCl 中可生长，在 10% NaCl 中不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶阳性，硝酸盐还原成亚硝酸盐，能水解可溶性淀粉、吐温（20、40、60）和纤维素。氧化酶反应阴性，水解明胶和酪蛋白，产吲哚和 H_2S。利用下列碳水化合物可产酸但不产气：L-阿拉伯糖、纤维二糖、熊果苷、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-松三糖、异麦芽酮糖、D-阿洛酮糖、水杨苷、D-山梨醇、蔗糖、D-海藻糖和松二糖。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 34.4 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1　cagtgtgctg　gaattcggct　tagagtttga　tcctggctca　ggacgaacgc　tggcggcgtg
61　cctaatacat　gcaagtcgag　cggactaatg　ggagcttgct　cccagaggtt　agcggcggac
121　gggtgagtaa　cacgtgggca　acctgccctg　tagactggga　taacaccgag　aaatcggtgc
181　taataccgga　taacttccga　ggtcacctga　ccttggatta　aaagatggct　ccggctatca
241　ctacaggatg　ggcccgcggc　gcattagcta　gttggtgagg　taacggctca　ccaaggcgac
301　gatgcgtagc　cgacctgaga　gggtgatcgg　ccacactggg　actgagacac　ggcccagact
361　cctacgggag　gcagcagtag　ggaatcttcc　gcaatggacg　aaagtctgac　ggagcaacgc
421　cgcgtgagtg　atgaaggatt　tcggttcgta　aagctctgtt　gttagggaag　aacaagtacc
481　gttcraatag　ggcggyacct　tgacggtacc　taaccagaaa　gccacggcta　actacgtgcc
541　agcagccgcg　gtaatacgta　ggtggcaagc　gtygtccgga　attattgggc　gtaaagcgcg
601　cgcaggcggt　cttttaagtc　tgatgtgaaa　gcccacggct　caaccgtgga　gggtcattgg
661　aaactgggag　acttgagtac　agaagaggag　agtggaattc　cacgtgtagc　ggtgaaatgc
721　gtagatatgt　ggaggaacac　cagtggcgaa　ggcgactctc　tggtctgtaa　ctgacgctga
781　ggcgcgaaag　cgtggggagc　aaacaggatt　agataccctg　gtagtccacg　ccgtaaacga
841　tgagtgctag　gtgttagggg　tttcgatgcc　cttagtgccg　aagttaacac　attaagcact
901　ccgcctgggg　agtacgaccg　caaggttgaa　actcaaagga　attgacgggg　gcccgcacaa
961　gcagtggagc　atgtggttta　attcgaagca　acgcgaagaa　ccttaccagg　tcttgacatc
1021　ctttgaccac　cctagagata　gggctttccc　cttcgggggc　aaagtgacag　gtggtgcatg

1081	gttgtcgtca	gctcgtgtcg	tgagatgttg	ggttaagtcc	cgcaacgagc	gcaacccttg
1141	atcttagttg	ccagcattca	gttgggcact	ctaaggtgac	tgccggtgac	aaaccggagg
1201	aaggtgggga	cgacgtcaaa	tcatcatgcc	ccttatgacc	tgggctacac	acgtgctaca
1261	atggatggta	caaagagcag	caaaaccgcg	aggtcgagcc	aatctcataa	agccattctc
1321	agttcggatt	gtaggctgca	actcgcctac	atgaagccgg	aattgctagt	aatcgcggat
1381	cagcatgccg	cggtgaatac	gttcccgggc	cttgtacaca	ccgcccgtca	caccacgaga
1441	gtttgtaaca	cccgaagtcg	gtggggtaac	ccttttggga	gctagccgcc	taaggtggga
1501	cagatgattg	gggtgaagtc	gtaacaaggt	aaccaagccg	aattct	

12. *Bacillus alcalophilus*（嗜碱芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-12。*Bacillus alcalophilus* Vedder，1934，sp. nov.（嗜碱芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ATCC 27647 = BCRC（formerly CCRC）15419 = CCUG 28516 = CIP 103410 = DSM 485 = IFO（now NBRC）15653 = JCM 5262 = LMG 7120 = KCTC 1824 = NCIMB 10436 = NCIMB 8772 = NCTC 4553 = NRRL B-14309 = NRRL NRS-1548。**★16S rRNA 基因序列号：**X76436。**★种名释意：***alcalophilus* 中 *alcali* 为碱性之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜碱芽胞杆菌［N.L. *alcali*（from the Arabic al the；qaliy soda ash），alkali；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj.*philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *alcalophilus*，liking alkaline（media）］。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株的来源不详，但该种分布在全球多个国家。**★形态特征：**该菌株革兰氏阳性。细胞杆状，（3.0～5.0）μm×（0.6～0.7）μm，动性。芽胞椭圆形、次端生、胞囊略膨大。菌落圆形、白色、光滑且有光泽，有时中心呈暗色。**★生理特性：**耗氧嗜碱。菌株生长的温度为 10～40℃，最适生长温度为 55℃。生长 pH 为 8～10，最适 pH 为 9。对 NaCl 的耐受浓度为 2%～8%。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阳性，水解明胶、酪蛋白、淀粉、吐温 40。利用下列碳源可产酸：L-阿拉伯糖、D-葡萄糖酸、D-甘露醇、甘油、D-木糖、乳糖、麦芽糖、山梨醇及蔗糖。酪氨酸降解、苯丙氨酸脱氨、马尿酸盐水解、卵黄反应、硝酸盐还原、水解纤维素酶、V-P 反应、柠檬酸盐利用、水解吐温 20 和吐温 80 等反应为阴性。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.2 mol%～38.4 mol%（HPLC）、37.0 mol%（T_m）和 36.7 mol%（Bd）。16S rRNA 基因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc	ggaccaaagg	gagcttgctc
61	ccagaggtta	gcggcggacg	ggtgagtaac	acgtggncaa	cctgccctgt	agactgggat
121	aacatcgaga	aatcggtgct	aataccggat	aatcaaagga	atcacatggt	tcttttgtaa
181	aagatggctc	cggctatcac	tangggatgg	gcccgcggcg	cattagctag	ttggtaaggt
241	aatggcttac	caaggcgacg	atgcgtagcc	gacctgagag	ggtgatcggc	cacactggga
301	ctgagacacg	gcccagactc	ctacgggagg	cagcagtagg	gaatcttccg	caatggacga
361	aagtctgacg	gagcaacgcc	gcgtgagtga	tgaaggtttt	cggatcgtaa	agctctgttg
421	ttagggaaga	acaagtgccg	ntcgaatagg	tcggcacctt	gacggtacct	aaccagaaag
481	ccacggctaa	ctacgtgcca	gcagccgcgg	taatacgtag	gtggcaagcg	ttgtccggaa
541	ttattgggcg	taaagcgcgc	gcaggcggtc	ttttaagtct	gatgtgaaat	atcggggctc
601	aacccccgagg	ggtcattgga	aactgggaga	cttgagtaca	gaagaggaga	gtggaattcc
661	acgtgtagcg	gtgaaatgcg	tagatatgtg	gaggaacacc	agtggcgaag	gcgactctct

721　ggtctgtaac　tgacgctgag　gcgcgaaagc　gtggggagca　aacaggatta　gataccctgg
781　tagtccacgc　cgtaaacgat　gagtgctagg　tgttaggggt　ttcgatgccc　ttagtgccga
841　agttaacaca　ttaagcactc　cgcctgggga　gtacggccgc　aaggctgaaa　ctcaaaggaa
901　ttgacggggg　cccgcacaag　cagtggagca　tgtggtttaa　ttcgaagcaa　cgcgaagaac
961　cttaccaggt　cttgacatcc　tttgaccact　ctagagatag　agctttcccc　ttcgggggac
1021　aaagtgacag　gtggtgcatg　gttgtcgtca　gctcgtgtcg　tgagatgttg　ggttaagtcc
1081　cgcaacgagc　gcaacccttg　atcttagttg　ccagcattta　gttgggcact　ctaaggtgac
1141　tgccggtgac　aaaccggagg　aaggtgggga　tgacgtcaaa　tcatcatgcc　ccttatgacc
1201　tgggctacac　acgtgctaca　atggatggta　caaagggcag　cgaaaccgcg　aggtcgagcc
1261　aatcccataa　agccattctc　agttcggatt　gtaggctgca　actcgcctac　atgaagccgg
1321　aattgctagt　aatcgcggat　cagcatgccg　cggtgaatac　gttcccgggc　cttgtacaca
1381　ccgcccgtca　caccacgaga　gtttgtaaca　cccgaagtcg　gtggggtaac　cttttggagc
1441　cagccgccta　aggtgggaca　gatgattggg　gtgaagtcgt　aacaaggtag　ccgtatcgga
1501　aggtg

13. *Bacillus algicola*（藻居芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-13。*Bacillus algicola* Ivanova et al.，2004，sp. nov.（藻居芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CIP 107850 = KMM 3737。**★16S rRNA 基因序列号：**AY228462。**★种名释意：***algicola* 中 *alga* 为海藻之意，*cola* 为栖息地之意，故其中文名称为藻居芽胞杆菌（L. fem. n. *alga*，sea-weed，alga；L. suff. -*cola*（from L. masc. or fem. n. *incola*），inhabitant，dweller；N.L. masc. n. *algicola*，alga-dweller）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CIP 107850^T 是从菌泥中通过富集培养分离获得的。**★形态特征：**菌株是革兰氏阳性、好氧耐碱，海藻酸分解菌。菌落呈半透明、奶油色、淡黄色、“交叉”丝状。芽胞椭圆形，次端生。**★生理特性：**生长温度为 10～45℃，最适温度为 28～30℃，在 4℃及 50℃时不生长。对 NaCl 的耐受浓度为 0～3%。**★生化特性：**氧化酶为阴性，过氧化氢酶和硝酸盐还原为弱阳性。能水解尿素、海藻酸、淀粉和明胶，但不能水解琼脂和酪蛋白。能利用糊精、纤维二糖、D-果糖、α-D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露糖、蔗糖、D-海藻糖、丙酮酸甲酯、β-羟基丁酸、α-酮戊二酸、肌醇、尿苷、胸腺嘧啶核苷、甘油和 DL-α-甘油磷酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$，占总脂肪酸的 65%以上，而 iso-$C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$ 占总脂肪酸的 25%。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.4 mol%。16S rRNA 基因序列与其他芽胞杆菌种类的同源性均低于 97%。16S rRNA 基因序列如下。

1　tggagagttt　gatcctggct　caggacgaac　gctggcggcg　tgcctaatac　atgcaagtcg
61　agcggagaaa　tgggagcttg　ctcccatttc　tcagcggcgg　acgggtgagt　aacacgtggg
121　caacctgccc　tacagactgg　gataactccg　ggaaaccgga　gctaataccg　ggtaatacat
181　agcatcgcat　gatgcaacgt　tgaaagttgg　cctttggcta　acactgtagg　atgggcccgc
241　ggcgcattag　ctagttggta　aggtaacggc　ttaccaaggc　cacgatgcgt　agccgacctg
301　agagggtgat　cggccacact　gggactgaga　cacggcccag　actcctacgg　gaggcagcag
361　tagggaatct　tccgcaatgg　acgaaagtct　gacggagcaa　cgccgcgtga　gtgacgaagg
421　ccttcgggtc　gtaaagctct　gttgttaggg　aagaacaagt　accgttcgaa　tagggcggta

481　ccttgacggt　acctaaccag　aaagccacgg　ctaactacgt　gccagcagcc　gcggtaatac
541　gtaggtggca　agcgttgtcc　ggaattattg　ggcgtaaagc　gcgcgcaggc　ggtctcttaa
601　gtctgatgtg　aaagcccacg　gctcaaccgt　ggagggccat　tggaaactgg　gggacttgag
661　tgcagaagag　gagagtggaa　ttccacgtgt　agcggtgaaa　tgcgtagata　tgtggaggaa
721　caccagtggc　gaaggcggct　ctctggtctg　taactgacgc　tgaggcgcga　aagcgtgggg
781　agcraacagg　attagatacc　ctggtagtcc　acgccgtaaa　cgatgagtgc　taggtgttgg
841　ggggttccac　cctcagtgct　gaagttaaca　cattaagcac　tccgcctggg　gagtacgacc
901　gcaaggttga　aactcaaagg　aattgacggg　ggcccgcaca　agcagtggag　catgtggttt
961　aattcgaagc　aacgcgaaga　accttaccag　gtcttgacat　cctctgccac　tcctagagat
1021　aggacgttcc　ccttcggggg　acagagtgac　aggtggtgca　tggttgtcgt　cagctcgtgt
1081　cgtgagatgt　tgggttaagt　cccgcaacga　gcgcaaccct　tgatcttagt　tgccagcatt
1141　cagttgggca　ctctaaggtg　actgccggtg　acaaaccgga　ggaaggtggg　gacgacgtca
1201　aatcatcatg　ccccttatga　cctgggctac　acacgtgcta　caatggacgg　tacaaagggc
1261　agcaacaccg　cgaggtgaag　cgaatcccat　aaagccgttc　tcagttcgga　ttgtaggctg
1321　caactcgcct　acatgaagcc　ggaattgcta　gtaatcgcgg　atcagcatgc　cgcggtgaat
1381　acgttcccgg　gccttgtaca　caccgcccgt　cacaccacga　gagtttgtaa　cacccgaagt
1441　cggtgaggta　accttttgga　gccagccgcc　gaaggtggga　caaatgattg　gggtgaagtc
1501　gtaacaaggt　agccgtatcg　gaaggtgcgg　ytggatcacc　tcctt

14. *Bacillus alkalinitrilicus*（碱性解腈芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-14。*Bacillus alkalinitrilicus* Sorokin et al.，2009，sp. nov.（碱性解腈芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ANL-iso4 = NCCB 100120 = UNIQEM U240。**★16S rRNA 基因序列号：**EF422411。**★种名释意：***alkalinitrilicus* 中 *alkali* 为碱性之意，*nitrilicus* 为腈之意，模式菌株能分解腈类物质，故其中文名称为碱性解腈芽胞杆菌［N.L. n. *alkali*（from arabic *alqaliy*），soda；N.L. adj. *nitrilicus*，pertaining to nitriles；N.L. masc. adj. *alkalinitrilicus*，alkaliphile utilizing nitriles］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ANL-iso4^T 是从碱性盐土中分离得到的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格好氧，依靠周生鞭毛运动，杆状，（0.6～1.2）μm×（3～6）μm，芽胞次端生。**★生理特性：**适宜生长的 pH 为 7～10.2，最适 pH 为 9；生长的盐浓度是 0.1～1.5 mol/L Na^+（最适盐浓度为 0.2～0.4 mol/L)；适宜生长温度为 15～41℃，最适温度为 32℃。**★生化特性：**通过腈水合酶和酰胺酶的作用，菌株能利用 C3-6 脂肪腈及其氨基化合物作为碳源、氮源和能源物质。能利用乙酸盐、丙酮酸盐、乳酸盐、琥珀酸盐、延胡索酸盐、葡萄糖、果糖、麦芽糖、蔗糖、纤维二糖、海藻糖、甘露醇、乳糖、肌醇、甘露醇和葡萄糖胺。合成代谢时需要硫胺素、生物素和维生素 B_{12}。不能水解淀粉、糖原、木聚糖、明胶和酪蛋白；过氧化氢酶和氧化酶反应为阳性；硝酸钠被还原成亚硝酸钠。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 35.1 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1　tggctcagga　cgaacgctgg　cggcgtgcct　aatacatgca　agtcgagcgg　acctttcaag
61　agcttgctct　tgaaaggtta　gcggcggacg　ggtgagtaac　acgtgggcaa　cctgccctgt

```
121    agactgggat  aacttcggga  aaccggagct  aataccggat  aatcaatgac  accacatggt
181    gttattgtaa  aagttgggat  tacctaacac  tacgggatgg  gcccgcggcg  cattagctag
241    ttggtaaggt  aatggctcac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc
301    cacactggga  ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg
361    caatggacga  aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  tgaaggcctt  cgggtcgtaa
421    agctctgttg  ttagggaaga  acaagtaccg  ttcgaatagg  gcggtacctt  gacggtacct
481    aaccagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  gtggcaagcg
541    ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggtc  ttttaagtct  gatgtgaaag
601    cccacggctc  aaccgtggag  ggtcattgga  aactggaaga  cttgagtgca  gaagaggaga
661    gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag
721    gcgactctct  ggtctgtaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc  gtggggagca  aacaggatta
781    gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctagg  tgttaggggt  ttcgatgccc
841    ttagtgccga  agttaacaca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggccgc  aaggctgaaa
901    ctcaaaggaa  ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca  tgtggtttaa  ttcgaagcaa
961    cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  cttgacacct  ctggagacag  agtgttcccc
1021   ttcgggggac  aaggtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagaagttg
1081   ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcattta  gttgggcact
1141   ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc
1201   ccttatgacc  tgggctacac  acgtgctaca  atggatggta  caaagggcag  cgaaaccgcg
1261   aggtcgagcc  aatcccataa  aaccattctc  agttcggatt  gtaggctgca  actcgcctac
1321   atgaagccgg  aatcgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggc
1381   cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgtaaca  cccgaagtcg  gtggggtaac
1441   ctttggagcc  agccgcctaa  ggtgggacag  at
```

15. *Bacillus alkalisediminis*（碱性沉积芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-15。*Bacillus alkalisediminis* Pollák et al.，2011，sp. nov.（碱性沉积芽胞杆菌）。**★模式菌株：**K1-25 = DSM 21670 = NCAIM B02301。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ606037。**★种名释意：***alkalisediminis* 中 *alkali* 为碱性之意，*sediminis* 为沉积物之意，故其中文名称为碱性沉积芽胞杆菌（N.L. n. *alkali*，alkali；L. gen. n. *sediminis*，of sediment；N.L. gen. n. *alkalisediminis*，of alkaline sediment ）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 K1-25^T 是从匈牙利 Kiskunsa'g 国家公园 Kelemen 地区的一含苏打水的池塘泥沙中分离的。**★形态特征：**革兰氏阳性，不运动、细胞直杆状，（0.7～0.8）μm×（2.0～4.0）μm，形成芽胞、中生、胞囊膨大。菌落乳棕色，圆形，边缘整齐，光滑，凸起。**★生理特性：**生长温度为 15～37℃，最适温度为 25～28℃。生长 pH 为 7.0～12.0（最适 pH 为 9.0）。菌株可在 NaCl 浓度 2%～10%（w/v）条件下生长，最适为 5%。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。不能由 D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-甘露醇和 D-木糖产酸和产气。V-P 和甲基红反应为阴性。在好氧条件下硝酸盐还原成亚硝酸盐，但不产生氮气。能水解明胶和七叶苷，不能水解酪蛋白、淀粉、尿素和精氨酸。不利用柠檬酸。不产生 H_2S 和吲哚。可水解吐温 80。可利用下列化合物作为唯一碳源：D-半乳糖、七叶苷、海藻糖、D-果糖、N-乙酰葡萄糖胺、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、蔗糖和苦杏仁苷。不能利用下列化合物作为唯一碳源：甘油、赤藓糖醇、

D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-葡萄糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、甲基-β-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、乳糖、菊糖、蜜二糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾和 5-酮基葡萄糖酸钾。奈酚- AS-BI-磷酸水解酶为阳性。★**化学特性：**主要特征脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.0 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明该菌株与 *Bacillus akibai* 1139^{T}16S rRNA 基因序列同源性为 97.1%、与 *Bacillus krulwichiae* AM31D^T 为 96.9%。该菌与 *Bacillus akibai*1139^T 的 DNA-DNA 杂交关联度小于 70%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       tggctcagga  cgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcga  actaatggga
61      gcttgctccc  aaaggttagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggcaacc  tgccctgtag
121     atcgggataa  catcgagaaa  tcggtgctaa  taccggataa  tttctagaat  ctcatggttc
181     tagaataaaa  gatggctccg  gctatcacta  cgggatgggc  ccgcggcgca  ttagctagtt
241     ggtaaggtaa  cggcttacca  aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca
301     cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca
361     atggacgaaa  gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgagtgatg  aaggatttcg  gttcgtaaag
421     ctctgttgtt  agggaagaac  aagtgccgtt  caaatagggc  gcaccttgac  ggtacctaac
481     cagaaagcca  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtaggtg  gcaagcgttg
541     tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggtcttt  taagtctgat  gtgaaagccc
601     acggctcaac  cgtggagggt  cattggaaac  tgggagactt  gagtacagaa  gaggagagtg
661     gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  atatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg
721     actctctggt  ctgtaactga  cgctgaggcg  cgaaagcgtg  gggagcaaac  aggattagat
781     accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgag  tgctaggtgt  taggggtttc  gatgccctta
841     gtgccgaagt  taacacttta  agcactccgc  ctggggagta  cgaccgcaag  gttgaaactc
901     aaaggaattg  acgggggccc  gcacaagcag  tggagcatgt  ggtttaattc  gaagcaacgc
961     gaagaacctt  accaggtctt  gacatcctta  gaccatccta  gagatagggc  attccccttc
1021    ggggaacaaa  gtgacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt
1081    taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgatc  ttagttgcca  gcattcagtt  gggcactcta
1141    aggtgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggacga  cgtcaaatca  tcatgcccct
1201    tatgacctgg  gctacacacg  tgctacaatg  gatggtacaa  agagcagcaa  aaccgcgagg
1261    tcgagccaat  ctcataaagc  cattctcagt  tcggattgta  ggctgcaact  cgcctacatg
1321    aagccggaat  tgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt  cccgggcctt
1381    gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtt  tgtaacaccc  gaagtcggtg  gggtaaccct
1441    tacgggagca  agccgcctaa  ggtg
```

16. *Bacillus alkalitelluris*（碱土芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-16。*Bacillus alkalitelluris* Lee et al.，2008，sp. nov.（碱土芽胞杆菌）。★**模式菌株：**BA288 = DSM 16976 = KCTC 3947。★**16S rRNA 基因序列号：**AY829448。★**种名释意：***alkalitelluris* 中 *alkali* 为碱性之意，*telluris* 为土壤之意，故其中文名称为碱

土芽胞杆菌（N.L. n. *alkali*，alkali；L. gen. n. *telluris*，of the soil or earth；N.L. gen. n. *alkalitelluris*，of alkaline soil）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BA288^{T}是从沙质土壤中分离到的嗜碱菌。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状，（0.4～0.5）μm×（2.4～3.0）μm，以周生鞭毛游动。芽胞椭圆形，端生。**★生理特性：**适宜生长温度是 15～40℃，最适温度为 30℃；适宜生长 pH 为 7.0～11.0，最适 pH 为 9.0～9.5；生长 NaCl 浓度为 0～4%，当 NaCl 浓度高于 5%时不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。不产 H_2S 和吲哚。能水解七叶苷和淀粉，不能水解酪蛋白、明胶、黄嘌呤、次黄嘌呤、吐温 80 和吐温 20。能利用 5-酮基葡萄糖酸钾盐和七叶苷。不能利用下列碳源产酸：L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、D-果糖、D-半乳糖、异麦芽酮糖、糖原、D-葡萄糖、肌醇、D-乳糖、D-甘露醇、D-甘露糖、松三糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-山梨醇、水杨苷、D-己酮糖、松二糖、木糖醇或 D-木糖。不能利用下列碳源：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、乳糖、D-甘露糖、麦芽糖、蔗糖和丙酮酸。能利用下列化合物：乙酸、苯甲酸盐、柠檬酸盐、甲酸盐、L-谷氨酸、L-苹果酸盐、琥珀酸盐和 D-木糖。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{14:0}$。肽聚糖类型为 A1γ，细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，菌株 BA288^{T}为芽胞杆菌属，与 *B. herbersteinensis* D-1,5a^T、*B. humi* LMG 22167^T、*B. cohnii* DSM 6307^{T}和 *B. litoralis* SW-211^{T}为最接近的菌株，分别具有 96.2%、96.0%、96.0%和 95.9%的序列同源性。DNA 的 G+C 含量为 37.9 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      tcagatgaac  gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg  agcggattaa  aggaagcttg
61     cttcctttaa  ttagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg  caacctgcct  gtaagactgg
121    gataacttcg  ggaaaccgga  gctaataccg  gataatataa  agaacctcat  ggttctctat
181    taaaagatgg  tttcggctat  cacttacaga  tgggcccgcg  gcgcattagc  tagttggtga
241    ggtaacggct  caccaaggca  acgatgcgta  gccgacctga  gagggtgatc  ggccacactg
301    ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt  ccgcaatgga
361    cgaaagtctg  acggagcaac  gccgcgtgaa  cgatgaaggc  cttcgggtcg  taaagttctg
421    ttgttaagga  agaacaagta  cgagagtaac  tgctcgtacc  ttgacggtac  ttaaccagaa
481    agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttatccgg
541    aattattggg  cgtaaagcgc  tcgcaggcgg  tcttttaagt  ctgatgtgaa  agcccccggc
601    tcaaccgggg  agggtcattg  gaaactggga  gacttgagtg  cagaagagga  gagtggaatt
661    ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgactct
721    ctggtctgta  actgacgctg  aggagcgaaa  gcgtggggag  cgaacaggat  tagataccct
781    ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttaggg  ggtttccgcc  ccttagtgct
841    gcagcaaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggtc  gcaagactga  aactcaaagg
901    aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961    accttaccag  gtcttgacat  ccctatgacc  gctctagaga  tagagttttc  ccttcgggga
1021   caaaggtgac  aggtggtgca  tggttgtcst  cmgctcgtgk  cstgagatgt  tgggttaagt
1081   cccgcaacga  gcgcaaccct  tgatcttart  tgccagcatt  cagttgggca  ctctaaggtg
1141   actgccggtg  acaaaccgga  agaaggtggg  gatgacgtcm  aatcatcatg  ccccttatga
1201   cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg  tacaaagggc  agcaaaaccg  cgaggttaag
```

1261 cgaatcccat aaaaccattc tcagttcgga ttgcaggctg caactcgcct gcatgaagct
1321 ggaatcgcta gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat acgttcccgg gccttgtaca
1381 caccgcccgt cacaccacga gagtttgtaa cacccgaagt cggtggggta acctaagatg
1441 aaacttgttt catctaggag ccagccgcct aaggtgggac agatgattgg ggtgaagtcg
1501 taaacaaggt aacca

17. *Bacillus altitudinis*（高地芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-17。*Bacillus altitudinis* Shivaji et al.，2006，sp. nov.（高地芽胞杆菌）。**★模式菌株：**41KF2b = DSM 21631 = JCM 13350 = MTCC 7306。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ831842。**★种名释意：***altitudinis* 为高地之意，故其中文名称为高地芽胞杆菌（L. n. *altitude*，altitude；L. gen. n. *altitudinis*，of altitude）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 41KF2b^T 是从保存高空空气样本的低温管中分离出来的，空气样品是从位于印度海得拉巴的塔塔基础科学研究所国家科学气球设施中心上空采集而来（17°28′20″N，78°34′48″E），分别采集于海拔 24 km、28 km 和 41 km 的空气样本保存冷冻管中。**★形态特征：**在营养琼脂上培养的菌落直径为 2～3 mm、呈白色、凸起、边缘规则。**★生理特性：**生长温度是 8～45℃；生长的 pH 是 5～8；耐盐（NaCl）浓度为 2%。对下列化合物敏感：诺氟沙星（10 μg）、青霉素（10 μg）、头孢哌酮（75 μg）、头孢呋辛（30 μg）、卡那霉素（30 μg）、磺胺甲噁唑（25 μg）、四环素（30 μg）、萘啶酸（30 μg）和阿莫西林（30 μg），耐阿米卡星（30 μg）、环丙沙星（30 μg）、林可霉素（15 μg）、新生霉素（30 μg）和氨苄西林（25 μg）。**★生化特性：**能降解酪氨酸，不能水解酪蛋白。硝酸盐不能被还原成亚硝酸盐。脲酶和苯丙氨酸脱氨酶、柠檬酸的利用和 V-P 反应均为阴性。能利用甘露醇产酸。能利用 D-海藻糖、淀粉、N-乙酰氨基葡萄糖、D-鼠李糖、D-纤维二糖、D-山梨醇、半乳糖醇、肌醇、N-乙酰基-β-D-氨基半乳糖、L-甘氨酸、L-苏氨酸和 L-赖氨酸作为碳源。**★化学特性：**主要脂肪酸是 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。主要极性脂为磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和两种未知的磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 43 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明该菌株与 *Bacillus licheniformis* 16S rRNA 基因序列同源性为 98%～99%。该菌与 *Bacilluslicheniformis* 的 DNA-DNA 杂交关联度小于 70%。16S rRNA 基因序列如下。

1 tttgagtttt ganttccccc gctcaggacg aacgctggcg gcgtgcctaa tacatgcaag
61 tcgagcggac agaagggagc ttgctcccgg atgttagcgg cggacgggtg agtaacacgt
121 gggtaacctg cctgtaagac tgggataact ccgggaaacc ggagctaata ccggatagtt
181 ccttgaaccg catggttcaa ggatgaaaga cggtttcggc tgtcacttac agatggaccc
241 gcggcgcatt agctagttgg tgaggtaacg gctcaccaag gcgacgatgc gtagccgacc
301 tgagagggtg atcggccaca ctgggactga gacacggccc agactcctac gggaggcagc
361 agtagggaat cttccgcaat ggacgaaagt ctgacggagc aacgccgcgt gagtgatgaa
421 ggttttcgga tcgtaaagct ctgttgttag ggaagaacaa gtgcaagagt aactgcttgc
481 accttgacgg tacctaacca gaaagccacg gctaactacg tgccagcagc cgcggtaata
541 cgtaggtggc aagcgttgtc cggaattatt gggcgtaaag ggctcgcagg cggtttctta
601 agtctgatgt gaaagccccc ggctcaaccg gggagggtca ttggaaactg ggaaacttga

```
661    gtgcagaaga  ggagagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga
721    acaccagtgg  cgaaggcgac  tctctggtct  gtaactgacg  ctgaggagcg  aaagcgtggg
781    gagcgaacag  gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaagtgtta
841    gggggtttcc  gccccttagt  gctgcagcta  acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg
901    gtcgcaagac  tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg
961    tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catcctctga  caaccctaga
1021   gatagggctt  tcccttcggg  gacagagtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg
1081   tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcat
1141   tcagttgggc  actctaaggt  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc
1201   aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatggaca  gaacaaaggg
1261   ctgcgagacc  gcaaggttta  gccaatccca  caaatctgtt  ctcagttcgg  atcgcagtct
1321   gcaactcgac  tgcgtgaagc  tggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa
1381   tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttgca  acacccgaag
1441   tcggtgaggt  aacctttatg  gagccagccg  ccgaaggtgg  ggcagatgat  tggggtgaag
1501   tcaaaa
```

18. *Bacillus alveayuensis*（香鱼海槽芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-18。*Bacillus alveayuensis* Bae et al.，2005，sp. nov.（香鱼海槽芽胞杆菌）。**★模式菌株：**TM1 = JCM 12523 = KCTC 10634。**★16S rRNA 基因序列号：**AY605232。**★种名释意：***alveayuensis* 中 *alveus* 为海槽之意，*ayuensis* 为日本香鱼之意，故其中文名称为香鱼海槽芽胞杆菌［L. n. *alveus*，a hollow，trough；N.L. masc. adj. *ayuensis*，pertaining to Ayu（as a locality）；N.L. masc. adj. *alveayuensis*，pertaining to the Ayu Trough in the Pacific Ocean］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $TM1^T$ 是从西太平洋深海（海平面以下 4000 m）的香鱼海槽沉积物中分离出来的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格需氧，能运动，杆状，（0.5～1.0）μm×（2.5～5.0）μm，单生或链状。芽胞椭圆形，端生或次端生，胞囊膨大。在 MA2216 培养基上 55℃培养 1 d 后形成的菌落呈奶油色，圆形，不透明。**★生理特性：**最适的生长温度、pH 及耐盐浓度分别是 55℃、7.0～7.5 和 3% NaCl。在 MA2216 上培养时，温度低于 40℃或高于 65℃，以及 4% NaCl 条件下菌株不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解七叶苷和酪蛋白，不能水解淀粉、三丁酸甘油酯和柠檬酸。由下列物质产酸：D-果糖、D-甘露糖、D-海藻糖、麦芽糖、蔗糖、甘油和 5-酮基葡萄糖酸。不能由下列物质产酸：D-半乳糖、D-核糖、D-木糖、纤维二糖、鼠李糖、棉籽糖、糖原、甘露醇和山梨醇。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**16S rRNA 基因序列的系统发育分析显示，菌株 $TM1^T$ 与 *B. aeolius* DSM 15084^T、*B. smithii* DSM 4216^T、*B. pallidus* DSM 3670^T 和 *B. methanolicus* NCIMB 13113^T 的同源性分别为 96.7%、96.1%、95.8%和 95.7%。DNA 的 G+C 含量为 38.7 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      agagtttgat  ccttggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtctga
61     gcggacggaa  ggagagcttg  ctctcctgac  gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg
121    gcaacctgcc  tgtaagactg  ggataacttc  gggaaaccgg  agctaatacc  ggataaaccc
```

181　ttttctcgca　tgaggggagg　ttgaaagagg　gcttttcgct　ctcacttaca　gatgggcccg
241　cggcgcatta　gctagttggt　gaggtaacgg　ctcaccaagg　cgacgatgcg　tagccgacct
301　gagagggtga　tcggccacac　tgggactgag　acacggccca　gactcctacg　ggaggcagca
361　gtagggaatc　ttccgcaatg　gacgaaagtc　tgacggagca　acgccgcgtg　agcgaagaag
421　gtcttcggat　cgtaaagctc　tgttgttagg　gaagaacaag　taccgttcga　agagggccgt
481　accttgacgg　tacctaacga　gaaagccacg　gctaactacg　tgccagcagc　cgcggtaata
541　cgtaggtggc　aagcgttgtc　ccggaattat　tgggcgtaaa　gcgcgcgcag　gcggttctta
601　agtctgatgt　gaaatctcgc　ggctcaaccg　cgagcggtca　ttggaaactg　gggacttga
661　gtgcaggaga　ggggagcgga　attccacgtg　tagcggtgaa　atgcgtagag　atgtggagga
721　acaccagtgg　cgaaggcggc　tctctggcct　gtaactgacg　ctgaggcgcg　aaagcgtggg
781　gagcgaacag　gattagatac　cctggtagtc　cacgccgtaa　acgatgagtg　ctaagtgtta
841　gagggtttcc　accctttagt　gctgcagcta　acgcattaag　cactccgcct　ggggagtacg
901　gtcgcaagac　tgaaactcaa　aggaattgac　gggggcccgc　acaagcggtg　gagcatgtgg
961　tttaattcga　agcaacgcga　agaaccttac　caggtcttga　catcctctgc　tacctctaga
1021　gatagagggt　tccccttcgg　gggacggagt　gacaggtggt　gcatggttgt　cgtcagctcg
1081　tgtcgtgaga　tgttgggtta　agtcccgcaa　cgagcgcaac　ccttgacctt　agttgccagc
1141　attgagttgg　gcactctagg　gtgactgccg　gtgacaaacc　ggaggaaggt　ggggatgacg
1201　tcaaatcatc　atgcccctta　tgacctgggc　tacacacgtg　ctacaatggg　tggtacaaag
1261　ggctgcgaag　ccgcgaggct　gagcgaatcc　caaaaaacca　ctctcagttc　ggattgcagg
1321　ctgcaactcg　cctgcatgaa　gccggaatcg　ctagtaatcg　cggatcagca　tgccgcggtg
1381　aatacgttcc　cgggccttgt　acacaccggc　cgtcacacca　cgagagtttg　taacacccga
1441　agtcggtggg　gtaaccctta　cgggagccag　ccgcctaagg　tgggacaaat　gattggggtg
1501　aagtcgtaac　aaggtagccg　tatcggaagg　tg

19. *Bacillus amyloliquefaciens*（解淀粉芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-19。*Bacillus amyloliquefaciens*（ex Fukumoto，1943）Priest et al.，1987，sp. nov.，nom. rev.（解淀粉芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Fukumoto strain F = ATCC 23350 = BCRC 11601 = CCUG 28519= CFBP 4246 = CIP 103265 = DSM 7 = HAMBI 1824 = IFO（now NBRC）15535= LMG 9814 = LMG 12234 = NCAIM B.01704 = NCIMB 12077 = NRRL B-14393。**★16S rRNA 基因序列号：**AB006920。**★种名释意：***amyloliquefaciens* 中 *amulon* 为淀粉之意，*liquefacio* 为溶化之意，故其中文名称为解淀粉芽胞杆菌（Gr. n. *amulon*，starch；L. v. *liquefacio*，to make liquid，to melt，dissolve，liquefy；N.L. part. adj. *amyloliquefaciens*，strach digesting）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ATCC 23350^T 是从土壤和工业淀粉酶发酵物中分离得到的，该种在全球广泛分布，是工业淀粉酶和蛋白酶的重要来源。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，杆状，（0.7～0.9）μm×（1.8～3.0）μm，链状生长，依靠周生鞭毛运动。芽胞圆形（0.6～0.8）μm×（1.0～1.4）μm，中生或端生，胞囊不膨大。**★生理特性：**适宜生长温度为 30～40℃，低于 15℃或高于 50℃时菌株不生长。在 5% NaCl 盐浓度能生长，大部分菌株在 10% NaCl 能生长。**★生化特性：**能水解酪蛋白、弹性蛋白、明胶、淀粉、三丁酸甘油酯、七叶苷、熊果苷、吐温 20、吐温 40 及吐温 60，不水解纤维素、腺嘌呤、鸟嘌呤、次黄嘌呤、果胶、睾酮、酪氨酸和黄嘌呤。产 3-羟基丁酮。硝酸钠被还原成亚

硝酸钠。能利用柠檬酸盐作为唯一的碳源。不能水解尿囊素或尿素。能利用下列碳源产酸：纤维二糖、果糖、葡萄糖、甘油、乳糖、麦芽糖、甘露糖、甘露醇、棉籽糖、水杨苷、山梨醇、蔗糖和海藻糖。能由葡萄糖和多数碳源产酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（22.6%）、iso-$C_{16:0}$（5.48%）、$C_{16:0}$（6.16%）、iso-$C_{17:0}$（11.79%）和 anteiso-$C_{17:0}$（9.18%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44.6 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1 cgaacgctgg cggcgtgcct aatacatgca agtcgagcgg acagatggga gcttgctccc
61 tgatgttagc ggcggacggg tgagtaacac gtgggtaacc tgcctgtaag actgggataa
121 ctccgggaaa ccggggctaa taccggatgc ttgtttgaac cgcatggttc aaacataaaa
181 ggtggcttcg gctaccactt acagatggac ccgcggcgca ttagctagtt ggtgaggtaa
241 cggctcacca aggcgacgat gcgtagccga cctgagaggg tgatcggcca cactgggact
301 gagacacggc ccagactcct acgggaggca gcagtaggga atcttccgca atggacgaaa
361 gtctgacgga gcaacgccgc gtgagtgatg aaggttttcg gatcgtaaag ctctgttgtt
421 agggaagaac aagtgccgtt caaatagggc ggcaccttga cggtacctaa ccagaaagcc
481 acggctaact acgtgccagc agccgcggta atacgtaggt ggcaagcgtt gtccggaatt
541 attgggcgta aagggctcgc aggcggtttc ttaagtctga tgtgaaagcc cccggctcaa
601 ccggggaggg tcattggaaa ctggggaact tgagtgcaga agaggagagt ggaattccac
661 gtgtagcggt gaaatgcgta gagatgtgga ggaacaccag tggcgaaggc gactctctgg
721 tctgtaactg acgctgagga gcgaaagcgt ggggagcgaa caggattaga taccctggta
781 gtccacgccg taaacgatga gtgctaagtg ttagggggtt tccgcccctt agtgctgcag
841 ctaacgcatt aagcactccg cctggggagt acggtcgcaa gactgaaact caaaggaatt
901 gacgggggcc cgcacaagcg gtggagcatg tggtttaatt cgaagcaacg cgaagaacct
961 taccaggtct tgacatcctc tgacaatcct agagatagga cgtccccttc gggggcagag
1021 tgacaggtgg tgcatggttg tcgtcagctc gtgtcgtgag atgttgggtt aagtcccgca
1081 acgagcgcaa cccttgatct tagttgccag cattcagttg ggcactctaa ggtgactgcc
1141 ggtgacaaac cggaggaagg tggggatgac gtcaaatcat catgcccctt atgacctggg
1201 ctacacacgt gctacaatgg gcagaacaaa gggcagcgaa accgcgaggt taagccaatc
1261 ccacaaatct gttctcagtt cggatcgcag tctgcaactc gactgcgtga agctggaatc
1321 gctagtaatc gcggatcagc atgccgcggt gaatacgttc ccgggccttg tacacaccgc
1381 ccgtcacacc acgagagttt gtaacacccg aagtcggtga ggtaaccttt ttggagccag
1441 ccgccgaagg tgggacagat gattgggg

20. *Bacillus andreesenii*（安氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-20。*Bacillus andreesenii* Kosowski et al.，2014，sp. nov.（安氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**8-4-E13 = DSM 23948 = LMG 27602。**★16S rRNA 基因序列号：**HF952774。**★种名释意：***andreesenii* 意为 Andreesen，旨在纪念德国微生物学家 Jan Remmer Andreesen，故其中文名称为安氏芽胞杆菌（N.L. gen. masc. n. *andreesenii*，of Andreesen，in honour of Jan Remmer Andreesen（1941-），for his contribution to the physiology and biochemistry of the Firmicutes，including species of *Bacillus*，and his inspiring and wide-ranging influence on the community of German microbiologists over many years）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 8-4-$E13^T$ 是从生物垃圾堆肥反应器中分离得到的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，以周生鞭毛运动，杆状，（1.5～3.6）μm×（0.5～0.9）μm，单

生或成对生长。芽胞椭圆形，端生，胞囊膨大。NA 培养基上 45℃过夜培养形成的菌落直径约 1 mm，微凸，奶油白色，边缘整齐，表面光滑。**★生理特性：**生长的温度为 20～50℃，最适生长温度为 45℃，在温度为 16℃和 55℃时菌株不能生长；生长的 pH 是 5.5～8.5，最适生长 pH 为 7.5；生长的 NaCl 浓度是 5%～10%（w/v），最适生长 NaCl 浓度为 2%，在 NaCl 浓度为 15%或以上时菌株不能生长。厌氧条件下菌株不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐能被还原。不产吲哚和 3-羟基丁酮。不能水解淀粉、酪蛋白和明胶，能水解七叶苷（弱）、α-D-吡喃葡萄糖苷、β-D-吡喃葡萄糖苷、bis-*p*-NP-磷酸、*p*-NP-苯基膦和 2-脱氧胸苷-5′-*p*-NP-磷酸盐，不能水解 β-D-吡喃半乳糖苷、β-D-葡糖苷酸、β-D- 吡喃木糖苷、磷酰基胆碱、L-丙氨酸-*p*-NA、L-谷氨酸-3-羧基-*p*-NA 和 L-脯氨酸-*p*-NA。利用任何糖或糖类化合物均不产酸，能利用下列化合物为唯一碳源：N-乙酰基-D-葡萄糖胺、D-葡萄糖、D-纤维二糖、D- 果糖、D-半乳糖、D-麦芽糖、D-核糖、水杨苷、D-海藻糖、DL-3-羟基丁酸、DL-乳酸、丙酮酸、甘油、L-丙氨酸、L-天冬氨酸和 20 种氨基酸的混合物。不能利用下列碳源：N-乙酰基-D-半乳糖胺、L-阿拉伯糖、*p*-熊果苷、葡萄糖酸盐、D-甘露糖、α-D-蜜二糖、L-鼠李糖、蔗糖、D-木糖、核糖醇、异肌醇、麦芽糖醇、D-甘露醇、D-山梨醇、腐胺、乙酸盐、丙酸盐、顺式-乌头酸和反式-乌头酸、己二酸盐、4-氨基丁酸、壬酸盐、柠檬酸盐、延胡索酸盐、戊二酸盐、衣康酸、L-苹果酸、中康酸、戊二酸、辛二酸盐、β-丙氨酸、L-组氨酸、L-亮氨酸、L-鸟氨酸、L-苯丙氨酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸、L-色氨酸、3-羟基苯甲酸和 4-羟基苯甲酸和苯乙酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（65%）、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{14:0}$ 和 $C_{16:1\omega7c}$alcohol。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂类为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、一种未知的磷脂和氨磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 8-4-E13^T 与 *B. humi* LMG 22167^T 的同源性为 96.5%，与 *B. acidicola* DSM 14745^T 和 *B. beringensis* BR035^T 的同源性为 95.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gatatctttg  ggggcttgcc
61    cccgaagatg  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctgcctg  taagactggg
121   ataacttcgg  gaaaccggag  ctaataccgg  ataactcaag  aaaccacatg  gtttcttgct
181   aaaagatggc  tccggctatc  acttacagat  gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtgag
241   gtaatggctc  accaaggcaa  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg
301   gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac
361   gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagt  gatgaaggtt  ttcggatcgt  aaaactctgt
421   tgttagggaa  gaacaagtat  cgttcgaata  gggcggtacc  ttgacggtac  ctaaccagaa
481   agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttgtccgg
541   aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  tcttttaagt  ctgatgtgaa  agcccccggc
601   tcaaccgggg  agggtcattg  gaaactggga  gacttgagtg  cagaagagaa  gagtggaatt
661   ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgactct
721   ttggtctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781   ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttagag  ggtttccgcc  ctttagtgct
841   gcagcaaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggcc  gcaaggctga  aactcaaagg
901   aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961   accttaccag  gtcttgacat  ccttatgact  tccctagaga  tagggcttcc  ccttcggggg
```

1021　cataagtgac　aggtggtgca　tggttgtcgt　cagctcgtgt　cgtgagatgt　tgggttaagt
1081　cccgcaacga　gcgcaacccct　tgatcttagt　tgccagcatt　cagttgggca　ctctaaggtg
1141　actgccggtg　acaaaccgga　ggaaggtggg　gatgacgtca　aatcatcatg　ccccttatga
1201　cctgggctac　acacgtgcta　caatggatgg　tacaaagggc　agcgaagccg　cgaggtgaag
1261　cgaatcccat　aaaaccattc　tcagttcgga　ttgtaggctg　caactcgcct　acatgaagcc
1321　ggaatcgcta　gtaatcgcgg　atcagcatgc　cgcggtgaat　acgttcccgg　gccttgtaca
1381　caccgcccgt　cacaccacga　gagtttgtaa　cacccgaagt　cggtggggta　acc

21. *Bacillus anthracis*（炭疽芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-21。*Bacillus anthracis* Cohn，1872（炭疽芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ATCC 14578 = CIP 66.17 = NCTC 10340。**★16S rRNA 基因序列号：**AB190217。**★种名释意：***anthracis* 为炭疽之意，故其中文名称为炭疽芽胞杆菌（Gr. n. *anthrax*，charcoal，a carbuncle；N.L. n. *anthrax*，the disease anthrax；N.L. gen. n. *anthracis*，of anthrax）。异名：*Bacillus cereus* var. *anthracis*（Cohn 1872）Smith et al.，1946，*Bacteridium anthracis*（Cohn 1872）Hauduroy et al.，1953。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株的来源不详，但该种在全球广泛分布。**★形态特征：**炭疽芽胞杆菌菌体粗大，两端平截或凹陷。排列似竹节状，无鞭毛，不能运动，革兰氏染色阳性，本菌在氧气充足、温度适宜（25～30℃）的条件下易形成芽胞。在活体或未经解剖的尸体内，则不能形成芽胞。芽胞呈椭圆形，中生，其宽度小于菌体的宽度。在琼脂平板培养 24 h，长成直径 2～4 mm 的粗糙菌落。菌落呈毛玻璃状，边缘不整齐，呈卷发状，有一个或数个小尾突起，本菌向外伸延繁殖生长在 5%～10%绵羊血液琼脂平板上，菌落周围无明显的溶血环，但培养较久后可出现轻度溶血。菌落特征出现的最适时间为 12～15 h。菌落有黏性，用接种针钩取可拉成丝，称为“拉丝”现象。**★生理特性：**最适温度为 37℃，低于 10℃时不能生长。最适 pH 为 7.2～7.4。菌专性需氧，在普通培养基中易培养，易繁殖。人和动物体内能形成荚膜，在含血清和碳酸氢钠的培养基中，孵育于 CO_2 环境下，也能形成荚膜。形成荚膜是毒性特征。**★生化特性：**能还原硝酸盐。能由糖原和淀粉产酸，不能由甘油和水杨苷产酸。精氨酸双水解酶和酪氨酸水解为阴性。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 32.2 mol%～33.9 mol%（T_m），模式菌株的 G+C 含量为 33.2 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1　agagcttgct　cttatgaagt　tagcggcgga　cgggtgagta　acacgtgggt　aacctgccca
61　taagactggg　ataactccgg　gaaaccgggg　ctaataccgg　ataacatttt　gaaccgcatg
121　gttcgaaatt　gaaaggcggc　ttcggctgtc　acttatggat　ggacccgcgt　cgcattagct
181　agttggtgag　gtaacggctc　accaaggcaa　cgatgcgtag　ccgacctgag　agggtgatcg
241　gccacactgg　gactgagaca　cggcccagac　tcctacggga　ggcagcagta　gggaatcttc
301　cgcaatggac　gaaagtctga　cggagcaacg　ccgcgtgagt　gatgaaggct　ttcgggtcgt
361　aaaactctgt　tgttagggaa　gaacaagtgc　tagttgaata　agctggcacc　ttgacggtac
421　ctaaccagaa　agccacggct　aactacgtgc　cagcagccgc　ggtaatacgt　aggtggcaag
481　cgttatccgg　aattattggg　cgtaaagcgc　gcgcaggtgg　tttcttaagt　ctgatgtgaa
541　agcccacggc　tcaaccgtgg　agggtcattg　gaaactggga　gacttgagtg　cagaagagga
601　aagtggaatt　ccatgtgtag　cggtgaaatg　cgtagagata　tggaggaaca　ccagtggcga

```
661     aggcgacttt  ctggtctgta  actgacactg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat
721     tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttagag  ggtttccgcc
781     ctttagtgct  gaagttaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggcc  gcaaggctga
841     aactcaaagg  aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgaagc
901     aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  cctctgacaa  ccctagagat  agggcttctc
961     cttcgggagc  agagtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg
1021    ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccatcattwa  gttgggcact
1081    ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc
1141    ccttatgacc  tgggctacac  acgtgctaca  atggacggta  caaagagctg  caagaccgcg
1201    aggtggagct  aatctcataa  aaccgttctc  agttcggatt  gtaggctgca  actcgcctac
1261    atgaagctgg  aatcgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtga
```

22. *Bacillus aquimaris*（海水芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-22。*Bacillus aquimaris* Yoon et al.，2003，sp. nov.（海水芽胞杆菌）。**★模式菌株：**TF-12 = JCM 11545 = KCCM 41589。**★16S rRNA 基因序列号：**AF483625。**★种名释意：***aquimaris* 中 *aqua* 为水之意，*maris* 为海之意，故其中文名称为海水芽胞杆菌（L. n. *aqua*，water；L. gen. n. *maris*，of the sea；N.L. gen. n. *aquimaris*，of the water of the sea）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 TF-12^T 是从韩国的黄海滩涂中分离得到的。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，杆状，（0.5～0.7）μm×（1.2～3.5）μm，好氧，依靠周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，中生。海水琼脂培养基上 30℃培养 3 d 后的菌落直径为 2～4 mm，呈浅橙黄色，微凸，圆形，略微不规则。**★生理特性：**适宜生长温度为 10～44℃，最适温度为 30～37℃，在 4℃或高于 45℃时不生长；最适生长 pH 为 6～7，在 pH 为 9 或 4.5 时不生长；最适生长盐浓度是 2%～5%。无 NaCl 存在时生长情况很差，但 NaCl 浓度达到 18%时生长情况变得很差。MA 培养基厌氧条件下不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶和脲酶为阴性。能水解酪蛋白、淀粉和吐温 80，不能水解七叶苷、次黄嘌呤、酪氨酸和黄嘌呤。利用下列碳源产酸：D-果糖、D-葡萄糖、麦芽糖、D-核糖、D-海藻糖和蔗糖。不能利用下列碳源产酸：核糖醇、L-阿拉伯糖、D-纤维二糖、D-半乳糖、乳糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-松三糖、蜜二糖、肌醇、D-棉籽糖、L-鼠李糖、D-山梨醇、水苏糖或 D-木糖。API 50CHB 测试结果表明，能利用糖原、5-酮基葡萄糖酸和淀粉产酸，但不能利用下列化合物产酸：N-乙酰葡萄糖胺、七叶苷、苦杏仁苷、D-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、熊果苷、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖、L-岩藻糖、异麦芽酮糖、葡萄糖酸盐、甘油、菊糖、2-酮基葡萄糖酸、D-来苏糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-β-D-木糖苷、水杨苷、山梨糖、D-己酮糖、D-松二糖、木糖醇或 L-木糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与亲缘关系最近的菌株 *Bacillus marisflavi* 的同源性为 96.0%，该菌与 *Bacillus marisflavi* 的 DNA-DNA 杂交关联度为 5.1%～8.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggattgatgg  gagcttgctc
61     cctgatatca  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggtaa  cctgcctgta  agattgggat
121    aactccggga  aaccggggct  aataccgaat  aattcatttc  ctcgcatgag  gaaatgttga
181    aaggtggctt  ttagctacca  cttacagatg  gacccgcggc  gcattagcta  gttggtgagg
241    taacggctca  ccaaggcgac  gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg
301    actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag  ggaatcttcc  gcaatggacg
361    aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagtg  atgaaggttt  tcggatcgta  aagctctgtt
421    gttagggaag  aacaagtacc  gttcgaatag  ggcggtacct  tgacggtacc  taaccagaaa
481    gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  ggtggcaagc  gttgtccgga
541    attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggtggt  ttcttaagtc  tgatgtgaaa  gcccacggct
601    caaccgtgga  gggtcattgg  aaactgggga  acttgagtgc  agaagaggaa  agtggaattc
661    caagtgtagc  ggtgaaatgc  gtagatattt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactttc
721    tggtctgtaa  ctgacactga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg
781    gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctaa  gtgttagggg  gtttccgccc  cttagtgctg
841    cagctaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggtcg  caagactgaa  actcaaagga
901    attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa
961    ccttaccagg  tcttgacatc  ctctgacaac  cctagagata  gggctttccc  cttcggggga
1021   cagagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc
1081   ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcattc  agttgggcac  tctaagatga
1141   ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac
1201   ctgggctaca  cacgtgctac  aatggacggt  acaaagggca  gcaagaccgc  gaggtttagc
1261   caatcccata  aaaccgttct  cagttcggat  tgtaggctgc  aactcgccta  catgaagctg
1321   gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg  ccttgtacac
1381   accgcccgtc  acaccacgag  agtttgtaac  acccgaagtc  ggtgaggtaa  ccttttggag
1441   ccagccgcct  aaggtgggac  agatgattgg  ggtgaagtcg  taacaaggta  gccgtatcgg
1501   aaggtgc
```

23. *Bacillus aryabhattai*（阿氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-23。*Bacillus aryabhattai* Shivaji et al.，2009，sp. nov.（阿氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**B8W22 = JCM 13839 = MTCC 7755。**★16S rRNA 基因序列号：**EF114313。**★种名释意：***aryabhattai* 意为 Aryabhatta，旨在纪念印度天文学家 Aryabhatta，故其中文名称为阿氏芽胞杆菌（N.L. gen. masc. n. *aryabhattai*，of Aryabhatta，named after the renowned Indian astronomer of the 5th century AD）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 B8W22^T 是从位于 27 km 和 41 km 之间的空气样本冷冻管中分离出来的。**★形态特征：**细胞革兰氏染色阳性，可运动。芽胞椭圆形，中生。在 NA 培养基上形成的菌落直径为 5～8 mm，桃红色，边缘整齐，圆形，扁平。**★生理特性：**适宜生长温度和 pH 分别是 10～37℃和 6～10。在 42℃、pH 为 4 或 11 时不生长；耐盐浓度为 11.6% NaCl，耐紫外线辐射。蛋白胨上可生长。耐多黏菌素 E（10 mg）。对下列化合物敏感：诺氟沙星（10 μg）、妥布霉素（15 μg）、洛美沙星（30 μg）、阿米卡星（30 μg）、罗红霉素（15 μg）、环丙沙星（30 μg）、呋喃妥因（300 μg）、头孢哌酮（75 μg）、万古霉素（30 μg）、林可霉素（15 μg）、头孢噻肟（30 μg）、卡那霉素（30 μg）、新生霉

素（30 μg）、氯霉素（30 μg）、氨苄西林（25 μg）、四环素（30 μg）、杆菌肽（10 μg）、庆大霉素 G（30 μg）、多黏菌素 B（50 μg）、竹桃霉素（15 μg）、大观霉素（100 μg）、利福平（30 μg）、红霉素（15 μg）和羧苄青霉素（100 μg）。**★生化特性：**能水解七叶苷和淀粉。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。氧化酶和脲酶、明胶酶、赖氨酸脱羧酶、DNA 酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶、V-P 反应和丙二酸利用为阳性。不产吲哚。脂肪酶、精氨酸脱羧酶和精氨酸双水解酶为阴性。能利用下列碳源产酸：果糖、葡萄糖、山梨醇、肌醇、蜜二糖、甘露醇、乳糖、D-阿拉伯糖或 L-阿拉伯糖、D-核糖或 L-核糖、木糖、甘油、半乳糖、海藻糖、麦芽糖、核糖醇、赤藓糖醇和纤维二糖，不能利用鼠李糖产酸。能利用下列化合物作为碳源：D-葡萄糖、D-半乳糖、鼠李糖、D-L-阿拉伯糖、蜜二糖、蔗糖、D-甘露醇、棉籽糖、D-甘露糖、D-木糖、D-山梨醇、七叶苷、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸、延胡索酸钠、L-山梨糖、D-果糖、海藻糖、L-木糖、乳糖、麦芽糖、丙酸盐、淀粉、甲基 α-D-甘露糖苷、聚乙二醇、乙酸钠、乙酸钾、苦杏仁苷、木糖醇、赤藓糖醇、纤维二糖、乳酸、甲酸钠、D-核糖、核糖醇、N-乙酰葡萄糖胺和松三糖。不能利用下列化合物作为碳源：半乳糖醇、熊果苷、菊糖、甲基-D-葡糖苷、L-岩藻糖、糊精、苹果酸、丙酮酸、甲基-β-D-半乳糖苷酶和 α-酮戊二酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 $C_{14:0}$、$C_{15:0}$、$C_{18:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{14:0}$、anteiso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:1}\Delta9c$。细胞壁肽聚糖间的肽桥由 *meso*-二氨基庚二酸-丙氨酸-谷氨酸组成。主要极性脂类为磷脂酰乙醇胺和磷脂酰甘油。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38 mol%。菌株 B8W22 与 *B. megaterium* MTCC 428^T 的 DNA-DNA 杂交关联度为 35%，16S rRNA 基因序列比对分析表明 B8W22 与 *Bacillus* 其他种的同源性低于 95%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ttagagtttg  aatcctggct  caggatgaac  gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg
61     agcgaactga  ttagaagctt  gcttctatga  cgttagcggc  ggacgggtga  gtaacacgtg
121    ggcaacctgc  ctgtaagact  gggataactt  cgggaaaccg  aagctaatac  cggataggat
181    cttctccttc  atgggagatg  attgaaagat  ggtttcggct  atcacttaca  gatgggcccg
241    cggtgcatta  gctagttggt  gaggtaacgg  ctcaccaagg  caacgatgca  tagccgacct
301    gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca
361    gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  agtgatgaag
421    gctttcgggt  cgtaaaactc  tgttgttagg  gaagaacaag  tacgagagta  actgctcgta
481    ccttgacggt  acctaaccag  aaagccacgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac
541    gtaggtggca  agcgttatcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggtttcttaa
601    gtctgatgtg  aaagcccacg  gctcaaccgt  ggagggtcat  tggaaactgg  ggaacttgag
661    tgcagaagag  aaaagcggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa
721    caccagtggc  gaaggcggct  ttttggtctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg
781    agcaaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taagtgttag
841    agggtttccg  ccctttagtg  ctgcagctaa  cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgg
901    tcgcaagact  gaaactcaaa  ggaattgacg  ggggcccgca  caagcggtgg  agcatgtggt
961    ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atcctctgac  aactctagag
1021   atagagcgtt  ccccttcggg  ggacagagtg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt
1081   gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttgatctta  gttgccagca
1141   tttagttggg  cactctaagg  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt
1201   caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct  acacacgtgc  tacaatggat  ggtacaaagg
```

1261　gctgcaagac　cgcgaggtca　agccaatccc　ataaaaccat　tctcagttcg　gattgtaggc
1321　tgcaactcgc　ctacatgaag　ctggaatcgc　tagtaatcgc　ggatcagcat　gccgcggtga
1381　atacgttccc　gggccttgta　cacaccgccc　gtcacaccac　gagagtttgt　aacacccgaa
1441　gtcggtggag　taaccgtaag　gagctagccg　cctaaggtgg　gacagatgat　tggggtgaag
1501　tcgtaacaag　gtagccgtat　cggaaggtgc　gtg

24. *Bacillus asahii*（朝日芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-24。*Bacillus asahii* Yumoto et al.，2004，sp. nov.（朝日芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MA001 = JCM 12112 = NCIMB 13969。**★16S rRNA 基因序列号：**AB109209。**★种名释意：***asahii* 意为 Asahi，模式菌株的分离者就职于日本旭化成株式会社，故其中文名称为朝日芽胞杆菌（N.L. gen. n. *asahii*，of Asahi；named after Asahi Kasei Co.，a researcher working in the company isolated the bacterium）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $MA001^T$ 是从日本静冈县的土壤样品中分离得到的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，直杆状，（0.4～0.8）μm×（1.4～3.0）μm，依靠周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，端生或中生，胞囊不膨大。菌落圆形，白色。**★生理特性：**菌株生长 pH 为 6～9，pH 为 5 时生长可变；生长的盐浓度是 0～1% NaCl，在 NaCl 浓度≥2% 时不生长；适宜生长温度为 15～45℃，高于 50℃时不生长。**★生化特性：**利用丁酸生长。过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠能被还原成亚硝酸钠（弱）。不产吲哚和 H_2S。V-P 反应、甲基红反应为阴性。能水解酪蛋白、淀粉（弱）、DNA、吐温（20、40 和 60），不能水解明胶。胰蛋白酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）为阳性，半胱氨酸芳基酰胺酶、胰凝乳蛋白酶、缬氨酸芳基酰胺酶、碱性磷酸酶、酸性磷酸酶、β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶和 N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶为阴性。不能利用下列化合物产酸：D-阿拉伯糖、D-木糖、L-鼠李糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、D-半乳糖、麦芽糖、蔗糖、乳糖、海藻糖、纤维二糖、蜜二糖、棉籽糖、甘油、甘露醇、肌醇或山梨醇。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 39.4 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，$MA001^T$ 与 *B. simplex* 和 *B. psychrosaccharolyticus* 密切相关。该菌与亲缘关系最近的 *B. simplex* 的 DNA-DNA 杂交关联度小于 9%。16S rRNA 基因序列如下。

1　ggacgaacgc　tggcggcgtg　cctaatacat　gcaagtcgag　cgaatcaatg　ggagcttgct
61　ccctgagatt　agcggcggac　gggtgagtaa　cacgtgggta　acctgcctgt　aagactggga
121　taacttcggg　aaaccggagc　taataccgga　tagtttcttc　tctcgcatga　gagaagatgg
181　aaagatggtt　tcggctatca　cttacagatg　gacccgcggc　gcattagcta　gttggtgagg
241　taacggctca　ccaaggcgac　gatgcgtagc　cgacctgaga　gggtgatcgg　ccacactggg
301　actgagacac　ggcccagact　cctacgggag　gcagcagtag　ggaatcttcc　gcaatggacg
361　aaagtctgac　ggagcaacgc　cgcgtgagcg　aagaaggcct　tcgggtcgta　aagctctgtt
421　gttagggaag　aacaagtacg　agagtaactg　ctcgtacctt　gacggtacct　aaccagaaag
481　ccacggctaa　ctacgtgcca　gcagccgcgg　taatacgtag　gtggcaagcg　ttgtccggaa
541　ttattgggcg　taaagcgcgc　gcaggcggtc　ctttaagtct　gatgtgaaag　cccacggctc
601　aaccgtggag　ggtcattgga　aactggggga　cttgagtgca　gaagaggaga　gtggaattcc

```
661   acgtgtagcg gtgaaatgcg tagagatgtg gaggaacacc agtggcgaag gcgactctct
721   ggtctgtaac tgacgctgag gcgcgaaagc gtggggagca aacaggatta gataccctgg
781   tagtccacgc cgtanacgat gagtgctaag tgttagaggg tttccgccct ttagtgctgc
841   agctaacgca ttaagcactc cgcctgggga gtacggccgc aaggctgaaa ctcaaaggaa
901   ttgacggggg cccgcacaag cggtggagca tgtggtttaa ttcgaagcaa cgcgaangaa
961   ccttaccagg tcttgacatc ctctgccaan ccctagagat agggcgttcc ccttcggggg
1021  acagagtgac aggtggtgca tgggtgtcgt cagctcgtgt cgtgagatgt tgggttaagt
1081  cccgcaacga gcgcaaccct tgatcttagt tgccagcatt cagttgggca ctctaaggtg
1141  actgccggtg acaaaccgga ggaaggtggg gatgacgtca aatcatcatg ccccttatga
1201  cctgggctac acacgtgcta caatggatgg tacaaagagc tgcgaacccg cgagggtaag
1261  cnaatctcat aaagccattc tcagttcgga ttgtaggctg caactcgcct acatgaagcc
1321  ggaatcgcta gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat acgttcccgg gccttgtaca
1381  caccgcccgt cacaccacga gagtttgtaa cacccgaagt cggtgaggta accttttgga
1441  gccagccgcc taaggtggga tagatgattg gggtgaagtc gtaacaaggt agccgtatcg
1501  gaag
```

25. *Bacillus atrophaeus*（深褐芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-25。*Bacillus atrophaeus* Nakamura，1989，sp. nov.（深褐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ATCC 49337 = CCUG 28524 = CIP 107159 = DSM 7264 = IFO（now NBRC）15539 = JCM 9070 = LMG 16797 = NRS-213 = NRRL NRS-213。**★16S rRNA 基因序列号：**AB021181。**★种名释意：***atrophaeus* 其中 *ater* 为黑色之意，*phaeos* 为褐色之意，故其中文名称为深褐芽胞杆菌（L. adj. *ater -tra -trum*，black；Gr. adj. *phaeos*，brown；N.L. adj. *atrophaeus*，dark brown）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 49337^T 是从美国科罗拉多州土壤中分离的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，可运动，杆状，（0.5～1.0）μm×（2.0～4.0）μm。芽胞椭圆形，中生或偏中生，胞囊膨大。在酪氨酸或其他氮源培养基上 28℃培养 2 d 后菌落直径约 2 mm，不透明，光滑，圆形，2～6 d 形成深褐色可溶性色素。**★生理特性：**生长温度和 pH 分别是 10～55℃和 6～7，最适生长温度为 30℃；生长时 NaCl 是非必需的，但高于 7% NaCl 浓度时不生长；尿囊素和尿酸非生长所必需。**★生化特性：**能水解酪蛋白、明胶、淀粉，不能水解尿素和吐温 80。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。过氧化氢酶、V-P 反应和柠檬酸盐利用为阳性，氧化酶为阴性。卵黄反应、酪氨酸降解、精氨酸双水解酶、鸟氨酸脱羧酶、赖氨酸脱羧酶、苯丙氨酸脱氨酶、色氨酸脱氨酶为阴性。利用下列碳源产酸：L-阿拉伯糖、D-葡萄糖、D-甘露醇、水杨苷、D-木糖、果糖、蔗糖、海藻糖或 L-木糖，不能利用甲基-β-木糖苷、异麦芽酮糖、乳糖和蜜二糖。利用下列化合物产酸可变：甘露糖、半乳糖、麦芽糖、核糖和山梨醇。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（45.25%）、iso-$C_{15:0}$（21.34%）、anteiso-$C_{17:0}$（13.33%）、iso-$C_{17:0}$（7.63%）、iso-$C_{16:0}$（5.23%）、$C_{16:0}$（5.02%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.0 mol%～43.0 mol%（Bd）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc ggacagatgg gagcttgctc
61    cctgatgtta gcggcggacg ggtgagtaac acgtgggtaa cctgcctgta agactgggat
121   aactccggga aaccggggct aataccggat gcttgtttga accgcatggt tcaaacataa
```

```
181    aaggtggctt  cggctaccac  ttacagatgg  acccgcggcg  cattagctag  ttggtgaggt
241    aacggctcac  caaggcaacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga
301    ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg  caatggacga
361    aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  tgaaggtttt  cggatcgtaa  agctctgttg
421    ttagggaaga  acaagtgccg  ttcaaatagg  gcggcacctt  gacggtacct  aaccagaaag
481    ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  gtggcaagcg  ttgtccggaa
541    ttattgggcg  taaagggctc  gcaggcggtt  tcttaagtct  gatgtgaaag  cccccggctc
601    aaccggggag  ggtcattgga  aactggggaa  cttgagtgca  gaagaggaga  gtggaattcc
661    acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag  gcgactctct
721    ggtctgtaac  tgacgctgag  gagcgaaagc  gtggggagcg  aacaggatta  gataccctgg
781    tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctaag  tgttaggggg  tttccgcccc  ttagtgctgc
841    agctaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggtcgc  aagactgaaa  ctcaaaggaa
901    ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac
961    cttaccaggt  cttgacatcc  tctgacaccc  ctagagatag  ggcttcccct  tcgggggcag
1021   agtgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg  ttaagtcccg
1081   caacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc  agcattcagt  tgggcactct  aaggtgactg
1141   ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccc  ttatgacctg
1201   ggctacacac  gtgctacaat  ggacagaaca  aagggcagcg  agaccgcgag  gttaagccaa
1261   tcccacaaat  ctgttctcag  ttcggatcgc  agtctgcaac  tcgactgcgt  gaagctggaa
1321   tcgctagtaa  tcgcggatca  gcatgccgcg  gtgaatacgt  tcccgggcct  tgtacacacc
1381   gcccgtcaca  ccacgagagt  ttgtaacacc  cgaagtcggt  gaggtaacct  ttatggagcc
1441   agccgccgaa  ggtgggacag  atgattgggg  tgaagtcgta  acaaggtagc  cgtatcggaa
1501   ggtgcggctg  gatca
```

26. *Bacillus aurantiacus*（金橙色芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-26。*Bacillus aurantiacus* Borsodi et al.，2008，sp. nov.（金橙色芽胞杆菌）。**★模式菌株：**K1-5 = CCM 7447 = DSM 18675 = NCAIM B002265。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ605773。**★种名释意：***aurantiacus* 为金橙色之意，故其中文名称为金橙色芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *aurantiacus*，goldish-orange coloured）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 K1-5^T 是从匈牙利碱性湖的浅滩分离出来的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，直杆状，严格好氧，不运动。芽胞椭圆形，中生或次端生，胞囊不膨大。菌落呈金橘色，圆形，边缘整齐，光滑，凸起。**★生理特性：**适宜生长的 pH 为 8.0～12.0，pH 为 7.0～7.5 时不生长，最适的 pH 和 NaCl 浓度分别是 9.5～10.0 和 3%～7%；适宜生长的温度为 10～45℃，最适温度为 28℃。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。利用 D-葡萄糖不产酸。硝酸钠不能被还原。V-P 反应和甲基红反应为阴性。不能水解尿素、七叶苷、酪蛋白和淀粉、酪氨酸。苯丙氨酸脱氨酶为阴性。不能利用柠檬酸盐。不产 H_2S、磷酸和吲哚。能水解吐温 80。**★化学特性：**肽聚糖类型为 A1γ，细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7，细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.9 mol%。16S rRNA 基因序列比对分析表明菌株与芽胞杆菌物种的同源性低于 95.8%。16S rRNA 基因序列如下。

1　　gatcctggct caggacgaac gctggcggcg tgcctaatac atgcaagtcg agcggactga
61　　tggggagctt gctcccctga cgtcagcggc ggacgggtga gtaacacgtg ggcaacctgc
121　　ctcacagatt gggataactc cgggaaaccg gggctaatac cgaataatca aaggaaccgc
181　　atggttccct tgtaaaagtt gggttttacc taacactgtg agatgggccc gcggcgcatt
241　　agctagttgg tgaggtagtg gctcaccaag gcgacgatgc gtagccgacc tgagagggtg
301　　atcggccaca ctgggactga gacacggccc agactcctac gggaggcagc agtagggaat
361　　catccgcaat ggacgaaagt ctgacggtgc aacgccgcgt gagtgatgac ggtcttcgga
421　　ttgtaaagct ctgttgttag ggaagaacaa gtgccgttcg aatagggcgg caccttgacg
481　　gtacctaacc agaaagcccg gctaactacg tgccagcagc cgcggtaata cgtaggggcc
541　　aagcgttgtc cggaattatt gggcgtaaag cgcgcgcagg cggttcctta aatcttgatg
601　　tgaaagccca cggctcaacc gtggagggtc tttgaaaacg tggggaactt gatgtgtagg
661　　agaggaaagt ggaaattcca agtgtagcgg tgaaaatgcg taaatatttg gaggaacacc
721　　agtggcgaag gcgactttct ggcctacaac tgacgctgag gcgcgaaagc gtggggagca
781　　aacaggatta gataccctgg tagtccacgc cgtaaacgat gagtgctagg tgttaggggg
841　　tttcgatccc ttagtgccga agttaacaca ttaagcactc cgcctgggga gtacggtcgc
901　　aagactgaaa ctcaaaggaa ttgacggggg cccgcacaag cagtggagca tgtggtttaa
961　　ttcgaagcaa cgcgaaaaac cttaccaggt cttgacatcc tctgacaacc ctagagatag
1021　　ggcgttcccc ttcgggggac aaagtgacag gtggtgcatg gttgtcgtca cctcgtgtcg
1081　　tgagatgttg ggttaagtcc cgcaacgagc gcaacccttg accttagttg ccagcattta
1141　　gttgggcact ctaaggtgac tgccggtgac aaaccggagg aaggtgggga tgacgtcaaa
1201　　tcatcatgcc ccttatgacc tgggctacac acgtgctaca atggatggta caaagggctg
1261　　caaaaccgcg aggttgagcg aatctcataa agccattctc agttcggatt gcaggctgca
1321　　actcgcctgc atgaagccgg aactgctagt aatcgcggat cagcatgccg cgggaatacg
1381　　ttcccgggcc ttgtacacac cgcccgtcac accacgagag tggtaacacc cgaagtcgtg
1441　　cggtaaccca

27. *Bacillus azotoformans*（产氮芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-27。*Bacillus azotoformans*（ex Pichinoty et al.，1976）Pichinoty et al.，1983，sp. nov.，nom. rev.（产氮芽胞杆菌）。**★模式菌株：**1 = ATCC 29788 = CCM 2849 = CCUG 28517 = CIP 77.28 = DSM 1046= HAMBI 1884 = IFO（now NBRC）15712 = JCM 12210 = LMG 9581 = NRRL B-14310 = NRRL B-14522。**★16S rRNA 基因序列号：**AB363732。**★种名释意：***azotoformans* 中 *azotum* 为氮气之意，*formans* 为产生之意，故其中文名称为产氮芽胞杆菌（French n. *azote*，nitrogen；N.L. n. *azotum*，nitrogen；L. part. adj. *formans*，forming；N.L. part. adj. *azotoformans*，nitrogen-forming）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 1^T 从土壤和根际分离。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，圆端杆状，（0.9～1.0）μm×（3.0～10）μm，以周生鞭毛运动，细胞壁厚，氨肽酶缺失。芽胞圆形（1.4 × 2.0～2.5 μm），端生或次端生，胞囊膨大。酵母浸膏-盐琼脂上培养的菌落直径约 5 mm，边缘整齐，凸起，部分透明。含酪氨酸的培养基不产棕色色素。在酵母提取-盐液培养基中形态一致且浓稠浑浊。**★生理特性：**最高生长温度是 42～46℃，4℃条件下不生长。在 pH 为 5.6、5% NaCl、8% KNO_3、0.02% NaN_3 及 0.001%溶菌酶条件下不能生长。菌株具有固氮作用（乙炔还原能力）。**★生化特性：**过氧化氢酶、还原酶、由硫代硫酸盐产

H_2S、苯丙氨酸脱氨酶、精氨酸双水解酶和β-半乳糖苷酶为阴性。不能水解明胶、淀粉和吐温 80。不产吲哚。马尿酸降解不产苯甲酸。甘油不能转换成二羟基丙酮。V-P 反应及酪氨酸降解为阴性。能水解乙酸盐、琥珀酸盐、DL-乳酸、丙酮酸、L-苹果酸、柠檬酸、L-谷氨酸及 L-天冬氨酸，不能水解丙酸酯、甘醇酸酯、丙二酸盐、戊二酸盐、酒石酸盐和甘氨酸。**★化学特性：**主要极性脂为磷脂酰乙醇胺、二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油。主要脂肪酸为 iso-$C_{14:0}$（15～30 mol%）、$C_{14:0}$（2～5 mol%）、iso-$C_{15:0}$（28～52 mol%）、anteiso-$C_{15:0}$（16～20 mol%）、$C_{15:0}$（0～1 mol%）、iso-$C_{16:0}$（5～8 mol%）和 $C_{16:0}$（2～6 mol%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.8 mol%±1.2 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgcn ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc ggatgataaa ggagcttgct
61    cctttagatt cagcggcgga cgggtgagta acacgtgggc aacctgcctg taagactggg
121   ataacttcgg gaaaccggag ctaataccgg ataactcttc gaacctcatg gttcgaagat
181   aaaagatggt ttcggctatc acttacagat gggcccgcgg cgcattagct agttggtgag
241   gtaacggctc accaaggcga cgatgcgtag ccgacctgag agggtgatcg gccacactgg
301   gactgagaca cggcccagac tcctacggga ggcagcagta gggaatcttc cgcaatggac
361   gaaagtctga cggagcaacg ccgcgtgagc gatgaaggcc ttcgggtcgt aaagctctgt
421   tgttagggaa gaacaagtac cagttaactg ctggtacctt gacggtacct aacgagaaag
481   ccacggctaa ctacgtgcca gcagccgcgg taatacgtag gtggcaagcg ttgtccggat
541   ttattgggcg taaagcgcgc gcaggcggtt ctttaagtct gatgtgaaag cccccggctc
601   aaccggggag ggtcattgga aactggggaa cttgagtgca gaagagaaga gcggaattcc
661   acgtgtagcg gtgaaatgcg tagagatgtg gaggaacacc agtggcgaag gcggctcttt
721   ggtctgtaac tgacgctgag gcgcgaaagc gtggggagca aacaggatta gataccctgg
781   tagtccacgc cgtaaacgat gagtgctaag tgttggaggg tttccgccct tcagtgctgc
841   agctaacgca ttaagcactc cgcctgggga gtacggtcgc aagactgaaa ctcaaaggaa
901   ttgacggggg cccgcacaag cggtggagca tgtggtttaa ttcgaagcaa cgcgaagaac
961   cttaccaggt cttgacatct tctgacaatc ctagagatag gacttnccct tcgggggcag
1021  aatgacaggt ggtgcatggt tgtcgtcagc tcgtgtcgtg agatgttggg ttaagtcccg
1081  caacgagcgc aacccttgtc cttagttgcc agcattcagt tgggcactct aaggagactg
1141  ccggtgacaa accggaggaa ggtggggatg acgtcaaatc atcatgcccc ttatgacctg
1201  ggctacacac gtgctacaat ggatggtaca aagggctgct aagccgcgag gcntnagcca
1261  atcccataaa gccattctca gttcggattg taggctgcaa ctcgcctaca tgaagccgga
1321  atcgctagta atcgcggatc agcatgccgc ggtgaatacg ttcccgggcc ttgtacacac
1381  cgcccgtcac accacgagag tttgtaacac ccgaagtcgg tggggtaacc ttttggagcc
1441  agccgcctaa ggtgggacag atgattgggg tgaag
```

28. *Bacillus badius*（栗褐芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-28。*Bacillus badius* Batchelor，1919，species（栗褐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ATCC 14574 = CCUG 7412 = CIP 58.52 = DSM 23 = HAMBI 1885 = IFO（now NBRC）15713 = JCM 12228 = LMG 7122 = NRRL NRS-663 = VKM B-496。**★16S rRNA 基因序列号：**X77790。**★种名释意：***badius* 为栗褐色之意，故其中文名称为栗褐芽胞杆菌（L. masc. adj. *badius*，chestnut brown）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ATCC 14574^T 从狮头鹅心血中分离。**★形态特征：**细

胞革兰氏阳性，短杆状，（0.8～1.2）μm×（2.5～5.0）μm，嗜盐，依靠周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，次端生，有时端生或中生，胞囊不膨大。菌落光滑或束状头发状并类似假根状。**★生理特性：**在牛肉膏培养基上会产生粪便气味。生长温度为 15～50℃，最适生长温度为 30℃。厌氧条件、pH 5.7 或 10%的 NaCl 中不生长，可在 5～7%的 NaCl 浓度和 pH 7 条件下生长。**★生化特性：**硝酸盐还原为亚硝酸盐。V-P 反应、抗溶菌酶、产吲哚、苯丙氨酸脱氨酶、β-半乳糖苷酶、七叶苷水解、尿素水解、淀粉水解为阳性。利用下列碳水化合物产酸：葡萄糖、甘露醇、阿拉伯糖、木糖、乳糖、蔗糖、甘油、D-甘露糖、甲基 β-木糖苷、糖原、水杨苷、N-乙酰基-D-葡萄糖胺、核糖醇、苦杏仁苷、D-阿糖醇或 L-阿糖醇、熊果苷、纤维二糖、淀粉、D-岩藻糖或 L-岩藻糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、果糖、半乳糖、β-葡萄糖酸盐、*meso*-肌醇、菊糖、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸、来苏糖、麦芽糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、鼠李糖、核糖、山梨醇、山梨糖、海藻糖、木糖醇。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.8 mol%（T_m）和 43.5%（Bd）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     Acgaacgctg gcggcgtgcc taatacatgc aagtcgagcg gacttgacgg aagcttgctt
61    ccgttcaagt tagcggcgga cgggtgagta acacgtgggt aacctgcctg taagactggg
121   ataactccgg gaaaccgggg ctaataccgg atattctttt tcttcgcatg aagaagaatg
181   gaaaggcggc ttttaactgt cacttacaga tggacccgcg gcgcattagc tagttggtga
241   ggtaacggct caccaaggca acgatgcgta gccgacctga gagggtgatc ggccacactg
301   ggactgagac acggcccaga ctcctacggg aggcagcagt agggaatctt ccgcaatgga
361   cgaaagtctg acggagcaac gccgcgtgag tgaagaaggt tttcggatcg taaagctctg
421   ttgtcaggga agaacaagta cggaagtaac tgtccgtacc ttgacggtac ctgaccagaa
481   agccacggct aactacgtgc cagcagccgc ggtaatacgt aggtggcaag cgttgtccgg
541   aattattggg cgtaaagcgc gcgcaggcgg cttcttaagt ctgatgtgaa agcccacggc
601   tcaaccgtgg agggtcattg gaaactggga ggcttgagtg cagaagagga gagcggaatt
661   ccacgtgtag cggtgaaatg cgtagagatg tggaggaaca ccagtggcga aggcggctct
721   ctggtctgta actgacgctg aggcgcgaaa gcgtggggag cgaacaggat tagataccct
781   ggtagtccac gccgtaaacg atgagtgcta agtgttggag ggtttccgcc cttcagtgct
841   gcagctaacg cattaagcac tccgcctggg gagtacggcc gcaaggctga aactcaaagg
901   aattgacggg ggccgcacaa gcggtggagc atgtggttta attcgaagca acgcgaagaa
961   ccttaccagg tcttgacatc ccgctgaccg gtctggagac aggcctttct tcggggacag
1021  cggtgacagg tggtgcatgg ttgtcgtcag ctcgtgtcgt gagatgttgg gttaagtccc
1081  gcaacgagcg caacccttga tcttagttgc cagcattcag ttgggcactc taaggtgact
1141  gccggtgaca aaccggagga aggtggggat gacgtcaaat catcatgccc cttatgacct
1201  gggctacaca cgtgctacaa tggatggtac aaagggctgc aagaccgcaa ggtttagcca
1261  atcccataaa accattctca gttcggattg caggctgcaa ctcgcctgca tgaagccgga
1321  atcgctagta atcgcggatc agcatgccgc ggtgaatacg ttcccgggcc ttgtacacac
1381  cgcccgtcac aacacgagag tttgcaacac ccgaagtcgg tggggtaacc ttacgggagc
1441  ca
```

29. *Bacillus bataviensis*（巴达维亚芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-29。*Bacillus bataviensis* Heyrman et al.，2004，sp. nov.（巴达维亚芽

胞杆菌）。★**模式菌株**：IDA1115 = R-16315 = DSM 15601 = JCM 21706 = LMG 21833 = NBRC 102449。★**16S rRNA 基因序列号**：AJ542508。★**种名释意**：*bataviensis* 意为 Batavia，是荷兰的拉丁语名称，故其中文名称为巴达维亚芽胞杆菌（L. masc. adj. *bataviensis*，pertaining to *Batavia*，Latin name of The Netherlands）。

【**种类描述**】★**菌株来源**：菌株 LMG 21833^{T} 分离自田间废弃的干草。★**形态特征**：细胞革兰氏阳性或可变（24 h），兼性厌氧，能游动，杆状，常以单个、成对或短链生长。芽胞椭球形，中生或偏中生，或端生，胞囊稍膨大。在 TSA 培养基上菌落奶油色，并伴有浅棕色色素扩散到琼脂，菌落微凸，有规则边缘。★**生理特性**：最适生长温度为 30℃，最高生长温度为 50～55℃，最小生长 pH 为 4.0～6.0，最适生长 pH 为 7.0～8.0，最大 pH 为 9.5～10.0。★**生化特性**：不能水解酪蛋白，ONPG 水解为阳性，大多数菌株的明胶水解和硝酸盐还原为阳性。V-P 反应、精氨酸酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸盐利用、产 H_2S、脲酶、色氨酸脱氨酶、产吲哚为阴性。能水解七叶苷。可利用下列碳水化合物产酸但不产气：N-乙酰-D-葡萄糖胺、D-纤维二糖、D-果糖、半乳糖、D-葡萄糖、β-异麦芽酮糖、甘油（弱）、乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-松三糖、棉籽糖、核糖（弱）、水杨苷（弱）、D-海藻糖、D-松二糖。利用下列碳水化合物的能力可变：苦杏仁苷、熊果苷、L-岩藻糖、菊糖、D-蜜二糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、甲基-α-D-甘露糖苷、淀粉和蔗糖。不能利用下列碳水化合物产酸：核糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖、葡萄糖酸盐、糖原、2-酮基-D-葡萄糖酸、5-酮基-D-葡萄糖酸、D-来苏糖、肌醇、甲基-D-木糖苷、鼠李糖、山梨醇、L-山梨糖、D-己酮糖、木糖醇、D-木糖和 L-木糖。模式菌株利用下列物质的能力弱：熊果苷、L-岩藻糖、菊糖、D-蜜二糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、甲基-α-D-甘露糖、蔗糖，不能利用苦杏仁苷和淀粉。★**化学特性**：主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$，分别约占总脂肪酸的 37%和 21%，而 $C_{16:1\omega11c}$ 约占总脂肪酸的 11%左右。至少占 1%的脂肪酸有：iso-$C_{14:0}$、$C_{14:0}$、$C_{16:1\omega7c}$alcohol、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:1\omega10c}$、iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{18:1\omega9c}$ 和 $C_{18:0}$。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 39.6 mol%～40.1 mol%，模式 DNA 的 G+C 含量 40.1 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，该菌与 *B. niacini* 的同源性为 98.4%。该菌与亲缘关系最近的 *B. niacini* 的 DNA-DNA 杂交关联度小于 70%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gaatctttgg  gagcttgctc
61    ccattggtta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  cctgcctgta  agactgggat
121   aacttcggga  aaccggagct  aataccggat  aatctttttc  ctctcatgag  gaaaaactga
181   aagacggttt  cggctgtcac  ttacagatgg  gcccgcggcg  cattagctag  ttggtgaggt
241   aacggctcac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga
301   ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttcca  caatggacga
361   aagtctgatg  gagcaacgcc  gcgtgagcga  tgaaggcctt  cgggtcgtaa  agctctgttg
421   ttagggaaga  acaagtatcg  gagtaactgc  cggtaccttg  acggtaccta  accagaaagc
481   cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  tggcaagcgt  tgtccggaat
541   tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggtcc  tttaagtctg  atgtgaaagc  ccacggctca
601   accgtggagg  gtcattggaa  actgggggac  ttgagtgcag  aagaggaaag  cggaattcca
661   cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cggctttctg
721   gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag  ataccctggt
```

781	agtccacgcc	gtaaacgatg	agtgctaagt	gttagggggt	ttccgcccct	tagtgctgca
841	gctaacgcat	taagcactcc	gcctggggag	tacggccgca	aggctgaaac	tcaaaggaat
901	tgacgggggc	ccgcacaagc	ggtggagcat	gtggtttaat	tcgaagcaac	gcgaagaacc
961	ttaccaggtc	ttgacatcct	ctgacactcc	tagagatagg	acgttcccct	tcgggggaca
1021	gagtgacagg	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt	gagatgttgg	gttaagtccc
1081	gcaacgagcg	caacccttga	tcttagttgc	cagcattcag	ttgggcactc	taaggtgact
1141	gccggtgaca	aaccggagga	aggtggggat	gacgtcaaat	catcatgccc	cttatgacct
1201	gggctacaca	cgtgctacaa	tggatggtac	aaagggctgc	aagaccgcga	ggtttagcca
1261	atcccataaa	accattctca	gttcggattg	taggctgcaa	ctcgcctaca	tgaagccgga
1321	atcgctagta	atcgcggatc	agcatgccgc	ggtgaatacg	ttcccgggcc	ttgtacacac
1381	cgcccgtcac	accacgagag	tttgtaacac	ccgaagtcgg	tggggtaacc	gtaaggagcc
1441	agccgcctaa	ggtgggacag	atgattgggg	tgaagtcgta	acaaggtagc	cgtatcggaa
1501	gg					

30. *Bacillus benzoevorans*（食苯芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-30。*Bacillus benzoevorans* Pichinoty et al.，1987，sp. nov.（食苯芽胞杆菌）。**★模式菌株：**B1 = ATCC 49005 = CCM 3364 = CCUG 47198 = CFBP 4252 = CIP 103477 = DSM 5391 = NRRL B-14535。**★16S rRNA 基因序列号：**X60611。**★种名释意：** *benzoevorans* 中 *benzoicum* 为苯酸之意，*vorans* 为吞噬之意，故其中文名称为食苯芽胞杆菌（N.L. n. *acidum benzoicum*，benzoic acid；L. part. adj. *vorans*，devouring；N.L. part. adj. *benzoevorans*，devourer of benzoic acid）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 B1^{T} 是从土壤分离得到的。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，杆状（直径约 1.8 μm），可运动。产芽胞，胞囊不膨大。菌落呈灰白色，不透明，亚光面，圆形，扁平。**★生理特性：**最适生长 pH 和温度分别为 7 和 32℃；NaCl、尿囊素或尿酸不是生长必需的；在 pH 为 5 或 7 及 10% NaCl 时菌株不生长。**★生化特性：**菌株以 6 种脂肪酸、4 种芳香酸和 5 种酚类为碳源和能源。不能以糖类和氨基酸类（除了甘氨酸）为碳源和能源。在酵母提取物、乙酸钠或苯甲酸培养基中生长。能水解尿素和马尿酸。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。不能水解淀粉和明胶。不能降解酪氨酸。V-P 反应、苯丙氨酸脱氨酶、β-半乳糖苷酶和氧化酶为阴性。不能利用下列碳源产酸：L-阿拉伯糖、D-葡萄糖、D-甘露醇、D-甘露糖、甲基-β-木糖苷、糖原、水杨苷、淀粉和 D-木糖。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.3 mol%（T_m）。16S rRNA 基因序列如下。

1	gagagtttga	tcctggctca	ggacgaacgc	tggcggcgtg	cctaatacat	gcaagtcgag
61	cggactgttg	ggagcttgct	cccaaaagta	agcggcggac	gggtgagtaa	cacgtgggca
121	acctgcctat	aagactggga	taacttcggg	aaaccggagc	taataccgga	taattccttt
181	cctctcatga	ggaaaggctg	aaagacggtt	tcggctntca	ctnatagatg	ggcccgcggc
241	gcattagctn	gttggtgagg	taacggctca	ccaaggcgac	gatgcgtagc	cgacctgaga
301	gggtgatcgg	ccacactggg	actgagacac	ggcccagact	cctacgggag	gcagcagtag
361	ggaatcttcc	gcaatggacg	aaagtctgac	ggagcaacgc	cgcgtgagtg	atgaaggttt
421	tcggatcgta	aaactctgtt	gttagggaag	aacaagtacg	agagtaactg	ctcgtacctt
481	gacggtacct	aaccagaaag	ccacggctna	ctacgtgcca	gcagccgcgg	taatacgtag

```
541    gtggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggtc  tcttaagtct
601    gatgtgaaag  cccacggctc  aaccgtggag  ggtcattgga  aactgggaga  cttgagtgca
661    gaagagaaga  gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc
721    agtggcgaag  gcgactcttt  ggtctgtaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc  gtggggagca
781    aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctaag  tgttagaggg
841    tttccgccct  ttagtgctgc  agcaaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggccgc
901    aaggctgaaa  ctcaaaggaa  ttgacgggga  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat
961    tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatcct  ctgaccatcc  tagagatagg
1021   accttccttc  gggggacaga  gtgacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga
1081   gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgtcc  ttagttgcca  gcattcagtt
1141   gggcactcta  aggagactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggatga  cgtcaaatca
1201   tcatgcccct  tatgacctgg  gctacacacg  tgctacaatg  gatggtacaa  agggcagcga
1261   agccgcgagg  tggagccaat  cccataaaac  cattctcagt  tcggattgca  ggctgcaact
1321   cgcctgcatg  aagccggaat  cgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  taaatacgtt
1381   cccgggtctt  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtt  tgtaacaccc
```

31. *Bacillus beringensis*（白令海芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-31。*Bacillus beringensis* Yu et al.，2012，sp. nov.（白令海芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BR035 = CGMCC 1.9126 = DSM 22571。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ889576。**★种名释意：***beringensis* 意为模式菌株分离自白令海，故中文名称为白令海芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *beringensis*，of or belonging to Bering Sea，the geographical origin of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $BR035^T$ 和 BR011 是从白令海的海水中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状，（0.2～0.7）μm×（1.0～2.8）μm、革兰氏阳性、严格好氧、以周生鞭毛运动、耐冷，形成芽胞、椭圆形、次端生或端生、胞囊膨大。MA 培养基上 30 ℃培养 3 d 后形成的菌落呈圆形、不透明、白色、边缘不规则。**★生理特性：**菌株的生长温度为 4～42℃，最适生长温度为 30～33℃，在 0℃或 45℃菌株不能生长；生长的 pH 是 5.5～10.5，最适的生长 pH 为 6.0～8.0；生长的 NaCl 浓度为 0～8%，最适生长 NaCl 浓度为 0～3%。**★生化特性：**菌株 $BR035^T$ 过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐被还原成亚硝酸盐；产 H_2S 和吲哚；V-P 反应为阴性；不能利用柠檬酸盐；能水解七叶苷和淀粉；不能水解酪蛋白、明胶、纤维素、壳多糖、琼脂、吐温 80 和酪氨酸。下列酶为阴性：精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、β-葡萄糖醛酸酶、N-乙酰基-β-葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。下列酶为阳性：酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-葡糖苷酶和 β-葡糖苷酶。利用下列化合物能产酸：甘油、N-乙酰氨基葡糖、熊果苷、七叶苷、水杨苷、D-纤维二糖、D-麦芽糖、蔗糖、D-海藻糖、菊糖、D-松三糖、D-棉籽糖、淀粉、糖原、异麦芽酮糖和 D-松二糖。利用下列化合物不产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基 β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、甲基 α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁苷、D-蜜二

糖、木糖醇、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾和 5-酮基-葡萄糖酸钾。能利用下列化合物作为唯一碳源：甘油、D-果糖、L-鼠李糖、N-乙酰葡萄糖胺、熊果苷、七叶苷、水杨苷、D-纤维二糖、D-麦芽糖、D-乳糖、D-蜜二糖、D-蔗糖、D-海藻糖、菊糖、D-松三糖、D-棉籽糖、淀粉、龙胆、D-松二糖、糖原和葡萄糖酸钾。不能利用下列化合物为唯一碳源：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基 β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、L-山梨糖、半乳糖醇、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、甲基 α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁苷、木糖醇、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、2-酮葡萄糖酸钾和 5-酮-葡萄糖酸钾。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、一种未知的氨磷脂和两种未知的磷脂。细胞的主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{14:0}$ 和 $C_{16:1\omega7c}$alcohol。**★分子特性：**16S rRNA 同源性比对结果表明 BR035^T 和 BR011 的 16S rRNA 序列同源性为 99.3%，菌株 BR035^T 和 BR011 与 *B. korlensis* ZLC-26^T 的 16S rRNA 的序列同源性为 98.7%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 BR035^T 和 BR011 的关联度为 80.6%±5.0%，菌株 BR035^T 和 BR011 与 *B. korlensis* ZLC-26^T 的关联度分别为 30.8%±6.0%和 40.6%±4.0%。DNA 的 G+C 含量为 37.8 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61     gaatctttgg  gagcttgctc  ccaaagatta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa
121    cctgcctatg  agactgggat  aactccggga  aaccggggct  aataccggat  aattcttttc
181    tacacatgta  gaaaagctga  aagatggttt  cggctatcac  tcatagatgg  gcccgcggcg
241    cattagctag  ttggtgaggt  aacggctcac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag
301    ggtgatcggc  cacactggga  ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg
361    gaatcttccg  caatggacga  aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  tgaaggtttt
421    cggatcgtaa  aactctgtta  ttagggaaga  acaagtatcg  gagtaactgc  cggtaccttg
481    acggtaccta  accagaaagc  cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg
541    tggcaagcgt  tgtccggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggtggtct  cttaagtctg
601    atgtgaaagc  ccccggctca  accggggagg  gtcattggaa  actgggagac  ttgagtgcag
661    gagagaagag  tggaattcca  cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca
721    gtggcgaagg  cgactctttg  gcctgtaact  gacactgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa
781    acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagagggt
841    ttccgccctt  tagtgctgca  gcaaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggccgca
901    aggctgaaac  tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat
961    tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatcct  tttgccttcc  ctagagatag
1021   ggcgttcccc  ttcgggggac  aaaagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc
1081   gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcattc
1141   agttgggcac  tctaaggtga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa
1201   atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac  aatgggtggt  acaaagggca
1261   gcaaagcggc  gacgccagag  ccaatcccat  aaaaccactc  tcagttcgga  ttgtaggctg
1321   caactcgcct  acatgaagct  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat
1381   acgttcccgg  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttgtaa  cacccgaagt
```

1441　cggtggggta　actcgcaaga　gagccagccg　cctaaggtgg　gacagatgat　tggggtgaag
1501　tcgtaacaag　ataacc

32. *Bacillus berkeleyi*（伯氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-32。*Bacillus berkeleyi* Nedashkovskaya et al.，2012，sp. nov.（伯氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**KCTC 12718 = KMM 6244 = LMG 26357。**★16S rRNA 基因序列号：**JN187498。**★种名释意：***berkeleyi* 意为 Berkeley，旨在纪念英国微生物学家 Roger C. W. Berkeley，故中文名称为伯氏芽胞杆菌（N.L. gen. masc. n. *berkeleyi*，of Berkeley，named after Roger C. W. Berkeley（1937-2010），who is the famous English microbiologist who greatly contributed to the *Bacillus* taxonomy）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 KMM 6244^T 是从海胆分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状，0.97 μm ×（1.2～1.9）μm，革兰氏染色可变，芽胞形成缓慢、椭圆形、次端生、胞囊略膨大。富培养基上形成的菌落直径为 2～3 mm、圆形、边缘整齐、白色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 4～45℃、6.0～9.5 和 0～12%；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 32～39℃、7.0～9.0 和 0.5%～6%。菌株对下列抗生素敏感：氨苄西林、青霉素、羧苄西林、氯霉素、强力霉素、红霉素、庆大霉素、卡那霉素、林可霉素、新霉素、竹桃霉素、多黏菌素、链霉素和四环素。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性反应；精氨酸双水解酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶为阴性反应。能水解酪蛋白、明胶和 DNA；不能水解七叶苷、琼脂、壳多糖、淀粉、吐温 20、吐温 40、吐温 80 和尿素。利用下列化合物不产酸：L-阿拉伯糖、D-纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、棉籽糖、鼠李糖、核糖、L-山梨糖、蔗糖、海藻糖、N-乙酰葡萄糖胺、柠檬酸盐、核糖醇、半乳糖醇、肌醇或甘露醇。能利用 D-葡萄糖和柠檬酸盐；不能利用 L-阿拉伯糖、D-乳糖、D-甘露糖、蔗糖、肌醇、甘露醇和山梨醇。API 50 CH 测试结果表明不能利用任何碳水化合物。不能还原硝酸盐；产 H_2S；不产 3-羟基丁酮和吲哚。API ZYM 测试结果表明下列酶有活性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶、酯酶（C8）、胱氨酸芳基酰胺酶、酸性磷酸酶、萘酚 AS-BI-磷酸水解酶和 α-葡萄糖苷酶。下列酶无活性：酯酶（C14）、亮氨酸和缬氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-糜蛋白酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、β-葡糖苷酶、N-乙酰氨基酶、α-岩藻糖苷酶和 α-甘露糖苷酶。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:1}$ 和 iso-$C_{14:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂类为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、一种未知的磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.4 mol%。16S rRNA 序列比对结果表明菌株 KMM 6244^T 与 CNJ828 PL04 的 16S rRNA 序列同源性为 99%，与 LMG 19507^T 的同源性为 98%，与 *B. decolorationis* 模式菌株的同源性小于 96%。与 *B. algicola*、*B. hwajinpoensis* 和 *B. taeanensis* 模式菌株同源性为 93.8%～95.3%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 KMM 6244^T 与 *B. decolorationis* LMG 19507^T 的关联度为 37%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc　ggatcaatgg　ggagcttgct
61　cccctgagat　cagcggcgga　cgggtgagta　acacgtgggc　aacctgcctg　taagactggg

```
121    ataactccgg  gaaaccgggg  ctaataccgg  ataacatttt  ccactgcata  gtggagaatt
181    aaaagatggc  tycggctatc  acttacagat  gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtgag
241    gtaagggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg
301    gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  ggcaatgggc
361    gaaagcctga  ccgagcaacg  ccgcgtgagc  gatgaaggcc  ttcgggtcgt  aaagctctgt
421    tgttagggaa  gaacaagtac  cgttcraata  gggcggtacc  ttgacggtac  ctaaccagaa
481    agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttgtccgg
541    aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  tctcttaagt  ctgatgtgaa  agcccacggc
601    tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactgggg  gacttgagta  ctggagagga  gagtggaatt
661    ccatgtgtag  cggtgaaatg  cgtagatata  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcggctct
721    ctggccagta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781    ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  ggtgttgggg  ggttccaccc  tcagtgctga
841    cgttaacaca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggccgc  aaggctgaaa  ctcaaaggaa
901    ttgacggggg  cccgcacaag  cagtggagca  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac
961    cttaccaggt  cttgacatcc  ttcgctactt  ctagagatag  aaggttcccc  ttcgggggac
1021   gaagtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc
1081   cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcattca  gttgggcact  ctaaggtgac
1141   tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  cgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc
1201   tgggctacac  acgtgctaca  atggatggta  caaagggcag  caaaaccgcg  aggttgagcg
1261   aatcccataa  agccattctc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc  atgaagccgg
1321   aattgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggc  cttgtacaca
1381   ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgtaaca  cccgaagtcg  gtgaggtaac  cttttggaac
1441   cagccgccga  aggtgggaca  gatgattggg  gtgaagtcgt  aacaaggtag  ccgtatcgga
1501   agg
```

33. *Bacillus beveridgei*（贝氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-33。*Bacillus beveridgei* Baesman et al.，2010，sp. nov.（贝氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MLTeJB = ATCC BAA-1786 = DSM 22320。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ825145。**★种名释意：***beveridgei* 意为 Beveridge，旨在纪念美国微生物学家 Terry J. Beveridge，故其中文名称为贝氏芽胞杆菌（N.L. gen. masc. n. *beveridgei*，of Beveridge，named in honor of Professor Terry J. Beveridge for his broad contributions and teaching in the realm of Geomicrobiology，with specific to his research on the formation of mineral phases by microorganisms）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MLTeJB^{T} 从美国加利福尼亚的莫诺湖泥浆沉积物中，采用含碲［Te（IV）］培养基分离筛选的。**★形态特征：**革兰氏阳性、嗜盐嗜碱、依靠周生鞭毛运动。在琼脂培养基上的菌落圆形、表面光滑、直径 4～28 mm；在 Te 离子的培养基上出现暗黑色。**★生理特性：**生长的最适 pH、钠含量、最适温度分别是 8.5～9.0、0.5～1.5 mol/L 和 40℃。该菌株可在高浓度的 Te（IV）（0～8 mmol/L）中生长，可将乳酸盐氧化形成乙酸甲酸盐，并将碲［Te（IV）］降解为碲［Te（0）］。**★生化特性：**另外其生长可耐受碲酸盐、硒酸盐、亚硒酸盐、砷酸盐、亚硝酸盐、延胡索酸盐和氧气。砷酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐和延胡索酸盐的产生不会导致亚硝酸盐的累积，在此情况下乳

酸盐会氧化形成乙酸盐和 CO_2。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 46.8 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcatgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61      gcaggaagct  aacagaagcc  ttcgggtgga  cgtcagtgga  atgagcggcg  gacgggtgag
121     taacacgtgg  gcaacctgcc  ctgcagaccg  ggacaacctc  gtgaaacgag  gctaataccg
181     gatgaccgta  agtatcgcat  ggtacctacg  taaaagaggg  gattcgtcct  ctcactgcag
241     gatgggcccg  cggcgcatta  gctggttggt  gaggtaaggg  ctcaccaagg  cgacgatgct
301     gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac
361     nggaggcagc  agtagggatt  catccgcaat  gggcgaaagc  ctgacggtgc  aatgccgcgt
421     gaacgatgaa  ggttctcgga  tcgtaaaagt  tctgttatga  ggaagaacaa  gtgccgttga
481     ataaggcggc  accttgacgg  tacctcacga  gaaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc
541     cgcggtaata  cgtagggggc  aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg
601     cggtctctta  agtctgatgt  gaaagcccac  ggctcaaccg  tggagggtca  ttggaaactg
661     ggggacttga  gtgtaagaga  ggaaagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagat
721     atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcgac  tttctggctt  acaactgacg  ctgaggcgcg
781     aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg
841     ctaggtgtta  ggggtttcga  tacccttagt  gccgaagtta  acacattaag  cactccgcct
901     ggggagtacg  gccgcaaggc  tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc  acaagcagtg
961     gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catcctctga
1021    acatccagga  gactggggtt  ttccccttcg  ggggacagag  tgacaggtgg  tgcatggttg
1081    tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgggtt  aagtccccgc  aacgagcgca  acccctgatc
1141    ttagttgcca  gcattcagtt  gggcacttta  aggtgactgc  cggtgataaa  ccggaggaaa
1201    ggtggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccn  ttatgacctg  ggctacacac  gtgctacaat
1261    ggatggtaca  atgggtcgcg  aagccgcgag  gtggagccaa  tcccataaag  ccattctcag
1321    ttcggattgc  aggctgcaac  tcgcctgcat  gaagccggaa  ttgctagtaa  tcgcggatca
1381    gcatgccgcg  gtgaatacgt  tcccgggcct  tgtacacacc  gcccgtcaca  ccacgagagt
1441    ttgtaacacc  cgaagtcggt  gaggtaacct  tagggagcca  gccgccgaag  gtgggacaga
1501    tgattggggt  gaagtcgtaa  ccaaggtaac  c
```

34. *Bacillus bingmayongensis*（兵马俑芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-34。*Bacillus bingmayongensis* Liu et al.，2014，sp. nov.（兵马俑芽胞杆菌）。★**模式菌株**：FJAT-13831 = CGMCC 1.12043 = DSM 25427。★**16S rRNA 基因序列号**：JH921518。★**种名释意**：*bingmayongensis* 意为模式菌株分离自我国西安兵马俑古墓，故其中文名称为兵马俑芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *bingmayongensis*，belonging to Bing Ma Yong，a mausoleum in Xi'an City，China）。

【种类描述】★**菌株来源**：菌株 FJAT-13831^T 是从我国陕西省西安市秦始皇兵马俑古墓 1 号坑的土壤中分离的。★**形态特征**：革兰氏阳性，兼性好氧，产芽胞，可运动。菌落扁平，灰白色，波浪形的边缘。★**生理特性**：生长温度 15～45℃，最适温度为 30℃。生长 pH 为 4.0～10.0（最适 pH 为 7.0）。菌株不可在含 5% NaCl 的 NA 培养基上生长。★**生化特性**：过氧化氢酶和氧化酶反应阳性，β-半乳糖苷酶、DNA 酶、脲酶、精氨酸和赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶等反应阴性。不产 3-羟基丁酮、H_2S 和吲哚。硝酸盐不还

原成亚硝酸盐。可水解淀粉，不水解明胶或七叶苷。能利用柠檬酸和三糖铁，但不利用KCN。在下列化合物中可产酸：D-葡萄糖、D-纤维二糖、D-麦芽糖、D-果糖、D-核糖、D-蔗糖、D-海藻糖、D 型松二糖、糖原、甘油、赤藓糖醇、N-乙酰葡萄糖胺、水杨苷和葡萄糖酸钾。但下列化合物中不产酸：D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-来苏糖、L-木糖、甲基 β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、核糖醇、肌醇、D-甘露醇、甲基 β-D-吡喃甘露糖苷、甲基-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、半乳糖醇、D-山梨醇、菊糖、D-松三糖、D-乳糖、D-蜜二糖、D-己酮糖、淀粉、木糖醇、异麦芽酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、2-酮基葡萄糖酸钾、5-酮基葡萄糖酸钾。★**化学特性**：细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸，主要醌类为 MK-7。菌株主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（21.03%）、$C_{17:0}$（11.49%）、$C_{16:0}$（9.83%）、iso-$C_{13:0}$（7.66%）和 anteiso-$C_{15:0}$（7.39%）。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 36.5 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agtcgagcga atggattaag agcttgctct tatgaagtta gcggcggacg ggtgagtaac
61    acgtgggtaa cctgcccata agactgggat aactccggga aaccggggct aataccggat
121   aatattttgc acctcatggt gcgaaattga aaggcggctt cggctgtcac ttatggatgg
181   acccgcgtcg cattagctag ttggtgaggt aacggctcac caaggcgacg atgcgtagcc
241   gacctgagag ggtgatcggc cacactggga ctgagacacg gcccagactc ctacgggagg
301   cagcagtagg gaatcttccg caatggacga aagtctgacg gagcaacgcc gcgtgagtga
361   tgaaggcttt cgggtcgtaa aactctgttg ttagggaaga acaagtgcta gttgaataag
421   ctggcacctt gacggtacct aaccagaaag ccacggctaa ctacgtgcca gcagccgcgg
481   taatacgtag gtggcaagcg ttatccggaa ttattgggcg taaagcgcgc gcaggtggtt
541   tcttaagtct gatgtgaaag cccacggctc aaccgtggag ggtcattgga aactgggaga
601   cttgagtgca gaagaggaaa gtggaattcc atgtgtagcg gtgaaatgcg tagagatatg
661   gaggaacacc agtggcgaag gcgactttyt ggtctgtaac tgacactgag gcgcgaaagc
721   gtggggagca aacaggatta gataccctgg tagtccacgc cgtaaacgat gagtgctaag
781   tgttagaggg tttccgccct ttagtgctga agttaacgca ttaagcactc cgcctgggga
841   gtacggccgc aaggctgaaa ctcaaaggaa ttgacggggg cccgcacaag cggtggagca
901   tgtggtttaa ttcgaagcaa cgcgaagaac cttaccaggt tcttgacatc ctctgacaac
961   cctagagata gggcttcccc ttcgggggca gagtgacagg tggtgcatgg ttgtcgtcag
1021  ctcgtgtcgt gagatgttkg gttaagtccc gcaacgagcg caacccttga tcttagttgc
1081  catcattaag ttgggcactc taaggtgact gccggtgaca aaccggagga aggtggggat
1141  gacgtcaaat catcatgccc cttatgacct gggctacaca cgtgctacaa tggacggtac
1201  aaagagctgc aagaccgcga ggtggagcta atctcataaa accgttctca gttcggattg
1261  taggctgcaa ctcgcctaca tgaagctgga atcgctagta atcgcggatc agcatgccgc
1321  ggtgaatacg ttcccgggcc ttgtacacac cgcccgtcac accacgagag tttgtaacac
1381  ccgaagtcgg tggggtaacc ttttggagcc agccgcctaa ggtgggacag atgattgggg
1441  tga
```

35. *Bacillus bogoriensis*（博戈里亚芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-35。*Bacillus bogoriensis* Vargas et al.，2005，sp. nov.（博戈里亚芽胞杆菌）。★**模式菌株**：LBB3 = ATCC BAA-922= LMG 22234。★**16S rRNA 基因序列号**：AY376312。

★种名释意：*bogoriensis* 意为模式菌株分离自肯尼亚博戈里亚湖，故其中文名称为博戈里亚芽胞杆菌（N.L. masc. adj.*bogoriensis*，pertaining to Lake Bogoria，a soda lake in Kenya）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 LBB3^T 从肯尼亚博戈里亚碱性湖分离。**★形态特征：**细胞长杆状［（0.3～0.4）μm×（2.0～3.5）μm］、不运动、革兰氏阳性、严格好氧、产芽胞。**★生理特性：**有氧条件下，生长温度为 10～40℃，最适温度为 37℃；生长的 pH 为 8～11，最适 pH 为 10；最大耐盐 2 mol/L NaCl。**★生化特性：**过氧化氢酶阳性和脲酶阴性，硝酸盐还原成亚硝酸盐。可利用的碳水化合物有：鼠李糖、蔗糖、L-阿拉伯糖，D-木糖、果糖、甘露糖、苦杏仁苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、熊果苷、七叶苷、乳糖、异麦芽酮糖、海藻糖、淀粉、糖原、甘油、核糖、棉籽糖、N-乙酰葡萄糖和 5-酮基葡萄糖酸。不可利用的碳水化合物有：甘露醇、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、核糖醇、甲基 β-木糖苷、D-葡萄糖、半乳糖、蜜二糖、L-山梨糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、菊糖、松三糖、木糖醇、D-松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、葡萄糖酸盐或 2-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖为 A4β 型，含 L-Orn–D-Asp。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.5 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明该菌株与 *B. pseudofirmus*（DSM 8715^T）和 *B. alcalophilus*（DSM 485^T）分别有 95%和 96%的同源性。而且，与这两种细菌的 DNA-DNA 杂交关联度分别表现出 39%和 55.5%的同源性。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ggaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcgg  actgatggga  gcttgtctcc
61     ctgcatgtta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtggagaa  cctgccctgt  agactgggat
121    aacatcgaga  aatcggtgct  aataccggat  aatacatgga  attgcataat  tccattttaa
181    aagatggctc  cggctatcac  tacaggatgg  ggccgcggcg  cattagctag  ttggtaaggt
241    aacggcttac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga
301    ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg  caatggacga
361    aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagcga  tgaaggtctt  cggctcgtaa  agctctgttg
421    ctagggaaga  acaagtgcca  ttcgaatagg  gtggcacctt  gacggtacct  aaccagaaag
481    ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  gtggcaagcg  ttgtccggaa
541    ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggtt  tcttaagtct  gatgtgaaag  cccccggctc
601    aaccccgagg  ggtcattgga  aactgggaga  cttgagtaca  gaagaggaga  gtggaattcc
661    acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagatatgtg  gaggaacacc  aatggcgaag  gcgactctct
721    ggtctgtaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc  gtggggagca  aacaggatta  gataccctgg
781    tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctagg  tgttaggggt  ttcgatgccc  ttagtgccga
841    agttaacaca  gtaagcactc  cgcctgggga  gtacggccgc  aaggctgaaa  ctcaaaggaa
901    ttgagcaggg  ggcccgcaca  agcggtggag  gcatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag
961    aaccttacca  ggtcttgaca  tcctttgacc  accctagaga  tagggcgttc  cccttcgggg
1021   gacaaagtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag
1081   tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcat  ttagttgggc  actctaaggt
1141   gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg
1201   acctgggcta  cacacgtgct  acaatggatg  gtacaaaggg  cagcgaaacc  gcgaggtcga
1261   gccaatccca  taaagccatt  ctcagttcgg  attgtaggct  gcaactcgcc  tacatgaagc
1321   cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggccttgtac
1381   acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttgta  acacccgaag  tcggtggggt  aacc
```

36. *Bacillus borbori*（活性污泥芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-36。*Bacillus borbori* Wang et al.，2014，sp. nov.（活性污泥芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DX-4 = CCTCC AB2012196 = KCTC 33103。**★16S rRNA 基因序列号：**JX274440。**★种名释意：***borbori* 为活性污泥之意，故其中文名称为活性污泥芽胞杆菌（bor′bo.ri. Gr. n. *borboros*，sludge；N.L. gen. n. *borbori* of sludge）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DX-4^T 从电化学生物膜上分离。**★形态特征：**革兰氏阳性、兼性厌氧、运动、杆状［（0.2～0.5）μm×（1.2～2.0）μm］、形成芽胞。芽胞圆柱形或椭圆形，亚端生，胞囊微膨大。在 TSA 培养基上于 50℃ 1 d 长出浅黄色、圆形、凸起、不透明、有透明边缘的菌落，直径 1～2 mm。**★生理特性：**生长温度为 30～65℃，最适温度为 55℃；生长的 pH 为 6.0～8.5，最适 pH 为 7.0～7.5；最大耐盐为 6%（w/v）NaCl。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶阳性。硝酸盐还原、V-P 反应和产 3-羟基丁酮为阳性，但 β-半乳糖苷酶、产 H_2S 和吲哚、柠檬酸利用、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶和色氨酸脱氨酶为阴性。能水解淀粉、明胶和七叶苷，但不能水解酪蛋白。API 50 CH 结果表明，由下列碳源产酸：DL-阿拉伯糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、水杨苷、D-纤维二糖、D-蜜二糖、D-蔗糖、菊糖、D-棉籽糖和苦杏仁糖，由甘油、赤藓糖醇、D-阿糖醇和 L-阿糖醇产酸活性弱。不能由下列碳源产酸：D-核糖、DL-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、D-麦芽糖、D-乳糖、D-海藻糖、D-松三糖、淀粉、糖原、木糖醇、D-松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、DL-岩藻糖、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾和 5-酮基葡萄糖酸钾。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。磷脂通常是磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂酰肌醇甘露糖苷、未鉴定的氨磷脂。主要脂肪酸（>5%）为 iso-$C_{15:0}$（38.9%）、iso-$C_{17:0}$（30.5%）、iso-$C_{16:0}$（5.6%）和 anteiso-$C_{17:0}$（5.2%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.6 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggcgtggggc  agctaataca  tgcaagtcga  gcggatgacg  aggagcttgc  tcctctgatt
61    cagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctgcctg  taagactggg  ataactccgg
121   gaaaccgggg  ctaataccgg  ataggtgatg  tcttcgcatg  aagagatcag  gaaagatggc
181   ttcggctatc  acttacagat  gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtgag  gtaacggctc
241   accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca
301   cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac  gaaagtctga
361   cggagcaacg  ccgcgtgagc  gaagaaggtc  ttcggatcgt  aaagctctgt  tgttagggaa
421   gaacaagtac  cgttcgaata  gggcggtacc  gtgacggtac  ctaaccagaa  agccacggct
481   aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttgtccgg  aattattggg
541   cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  cttcttaagt  ctgatgtgaa  agcccgcagc  tcaactgcgg
601   agggtcattg  gaaactggga  agcttgagtg  cagaagagga  gagtggaatt  ccacgtgtag
661   cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcggctct  ctggtctgta
721   actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac
781   gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttagag  ggtttccgcc  ctttagtgct  gcagctaacg
841   cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggcc  gcaaggctga  aactcaaagg  aattgacggg
901   ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag
```

961　gtcttgacat　cctctgctac　ttctagagat　agaaggttcc　ccttcggggg　acggagtgac
1021　aggtggtgca　tggttgtcgt　cagctcgtgt　cgtgagatgt　tgggttaagt　cccgcaacga
1081　gcgcaaccct　tgaccttagt　tgccagcatt　cagttgggca　ctctaaggtg　actgccggtg
1141　acaaaccgra　ggaagktggg　gatgacgtca　aatcatcatg　ccccttatga　cctgggctac
1201　acacgtgcta　caatggacgg　tacaaagggc　tgcgaaaccg　cgaggtggag　ccaatcccag
1261　aaaaccgttc　tcagttcgga　ttgcaggctg　caactcgcct　gcatgaagcc　ggaatcgcta
1321　gtaatcgcgg　atcagcatgc　cgcggtgaat　acgttcccgg　gccttgtaca　caccgcccgt
1381　cacaccacga　gagtttgtaa　cacccgaagt　cggtgaggta　accgcaagga　gccagccgcc
1441　gaagtgacag　agt

37. *Bacillus boroniphilus*（嗜硼芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-37。*Bacillus boroniphilus* Ahmed et al.，2007，sp. nov.（嗜硼芽胞杆菌）。**★模式菌株：**T-15Z = ATCC BAA-1204 = DSM 17376 = IAM 15287= JCM 21738。**★16S rRNA 基因序列号：**AB198719。**★种名释意：***boroniphilus* 中 *boron* 为硼之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜硼芽胞杆菌（N.L. n. *boron -onis*，boron；N.L. adj. *philus-a-um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *boroniphilus*，boron-loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 T-15Z^T 从美国犹他州俾斯麦地区富含硼的土壤中分离。**★形态特征：**菌株具革兰氏阳性、依靠周生鞭毛运动、杆状［（1.8～5.5）μm×（0.5～0.9）μm］、大多单生、有时成对及约 25 μm 长的细丝。芽胞球形或椭圆形、端生、胞囊膨大。菌株生长需要硼，且对硼的耐受能力大于 450 mmol/L。在含 20 mmol/L 硼的 NA 培养基上，30℃培养 10 d 时菌落圆形、凸起、光泽且表面光滑、不透明、质地黏稠。**★生理特性：**在含 50 mmol/L B 琼脂培养基中，菌株也能耐受最多 7.0%（w/v）的 NaCl，但最适生长条件不需要 NaCl。生长温度为 16～37℃（最适 30℃）、pH 为 6.5～9.0（最适 7.5～8.5）。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶阳性，产 H_2S 气体。V-P、吲哚产生、硝酸盐还原、明胶、尿素水解、色氨酸、L-精氨酸双水解、脱氨酶、L-赖氨酸和 L-鸟氨酸脱羧酶及 β-半乳糖苷酶等反应阴性。可利用的碳水化合物有：3-甲基葡萄糖、乙酸、D-乳酸或 L-乳酸、D-果糖、甘油、糖原、L-丙氨酸、L-天冬酰胺、L-天冬氨酸、L-乳酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸、麦芽糖、麦芽三糖、α-D-葡萄糖和酮戊酸。**★化学特性：**主要脂肪酸是 iso-$C_{15:0}$，主要呼吸醌是 MK-7，细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.1 mol%～42.2 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1　ttgagttttg　aatctggctc　argacgaacg　ctggcggcgt　gcctaataca　tgcaagtcga
61　gcggatcttc　attagcttgc　ttttgaagat　cagcggcgga　cgggtgagta　acacgtgggc
121　aacctgcctg　taagactggg　ataacttcgg　gaaaccggag　ctaataccgg　ataatccttt
181　ccctcacatg　agggaaagct　gaaagacggt　ttcggctgtc　acttacagat　gggcccgcgg
241　cgcattagct　agttggtgag　gtaacggctc　accaaggcaa　cgatgcgtag　ccgacctgag
301　agggtgatcg　gccacactgg　gactgagaca　cggcccagac　tcctacggga　ggcagcagta
361　gggaatcttc　cgcaatggac　gaaagtctga　cggagcaacg　ccgcgtgaac　gatgaaggcc
421　ttcgggtcgt　aaagttctgt　tgtcagggaa　gaacaagtgc　cggagtaact　gccggtacct
481　tgacggtacc　tgaccagaaa　gccacggcta　actacgtgcc　agcagccgcg　gtaatacgta

541 ggtggcaagc gttgtccgga attattgggc gtaaagcgcg cgcaggcggt tccttaagtc
601 tgatgtgaaa gcccccggct caaccgggga gggtcattgg aaactgggga acttgagtgc
661 agaagaggag agcggaattc cacgtgtagc ggtgaaatgc gtagagatgt ggaggaacac
721 cagtggcgaa ggcggctctc tggtctgtaa ctgacgctga ggcgcgaaag cgtggggagc
781 gaacaggatt agataccctg gtagtccacg ccgtaaacga tgagtgctaa gtgttagagg
841 gtttccgccc tttagtgctg cagcaaacgc attaagcact ccgcctgggg agtacggccg
901 caaggctgaa actcaaagga attgacgggg gcccgcacaa gcggtggagc atgtggttta
961 attcgaagca acgcgaagaa ccttaccagg tcttgacatc ctctgacaac cctagagata
1021 gggcgttccc cttcggggga cagagtgaca ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc
1081 gtgagatgtt gggttaagtc ccgcaacgag cgcaaccctt gatcttagtt gccagcattc
1141 agttgggcac tctaaggtga ctgccggtga caaaccggag gaaggtgggg atgacgtcaa
1201 atcatcatgc cccttatgac ctgggctaca cacgtgctac aatggatgga acaaagggtc
1261 gcgaagccgc gaggtcgagc caatcccata aatccattct cagttcggat tgcaggctgc
1321 aactcgcctg catgaagccg gaatcgctag taatcgcgga tcagcatgcc gcggtgaata
1381 cgttcccggg ccttgtacac accgcccgtc acaccacgag agtttgtaac acccgaagtc
1441 ggtggggtaa cctttatgga gccagccgcc taaggtggga cagatgattg gggtgaagct

38. *Bacillus butanolivorans*（食丁醇芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-38。*Bacillus butanolivorans* Kuisiene et al.，2008，sp. nov.（食丁醇芽胞杆菌）。**★模式菌株：**K9 = DSM 18926 = LMG 23974。**★16S rRNA 基因序列号：**EF206294。**★种名释意：***butanolivorans* 中 *butanol* 为丁醇之意，*vorans* 为吞食之意，故其中文名称为食丁醇芽胞杆菌（N.L. neut. n. *butanol -olis*，butanol；L. part. adj. *vorans*，devouring，consuming；N.L. part. adj. *butanolivorans*，butanol-consuming）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $K9^T$ 从立陶宛土壤中分离。**★形态特征：**菌株革兰氏阳性、严格好氧、依靠周生鞭毛运动、杆状［（2.5～5.1）μm×（0.8～1.3）μm］、长链或单生。芽胞椭球形、中生、胞囊不膨大。**★生理特性：**生长温度 5～45℃，最适温度 25℃；生长 pH 6.0～8.8，最适 pH 7.0；生长的 NaCl 0.5%～5%，最适为 1%。**★生化特性：**以正丁醇为碳源，在含 12～120 mmol/L 正丁醇的培养基中均可生长。在沙保罗琼脂（SDB）培养基中苯丙氨酸不脱氨；赖氨酸脱羧酶和鸟氨酸脱羧酶反应阴性；不利用 L-阿拉伯糖；利用肌醇，棉籽糖和 L-鼠李糖是可变的。**★化学特性：**细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。$K9^T$ 细胞脂肪酸中含有大量的 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$，含量分别为 16.78% 和 45.80%。**★分子特性：**16S rRNA 基因序列分析表明该菌株与 *B. simplex* DSM 1321^T 和 *B. muralis* LMG 20238^T 有很高的同源性，分别为 98.3%和 97.7%。DNA 的 G+C 含量为 37.4 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1 gctcaggacg aacgctkgcg gsgwgcctaa tacatgcaag tcgagcgaat cgatgggagc
61 ttgctccctg agattagcgg cggacgggtg agtaacacgt gggcaaccta cctataagac
121 tggaataact tcgggaaacc ggagctaata ccggatacgt tcttttctcg catgagagaa
181 gatggaaaga cggtttcggc tgtcacttgt agatgggccc gcggcgcatt agctagttgg
241 tgaggtaatg gctcaccaag gcgacgatgc gtagccgacc tgagagggtg atcggccaca
301 ctgggactga gacacggccc agactcctac gggaggcagc agtagggaat cttccgcaat

```
361     ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gaacgaagaa  ggccttcggg  tcgtaaagtt
421     ctgttgttag  ggaagaacaa  gtaccagagt  aactgctggt  accttgacgg  tacctaacca
481     gaaagccacg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtaggtggc  aagcgttgtc
541     cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  tggtttctta  agtctgatgt  gaaagcccac
601     ggctcaaccg  tggagggtca  ttggaaactg  gggaacttga  gtgcagaaga  ggaaagtgga
661     attccaagtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atttggagga  acaccagtgg  cgaaggcgac
721     tttctggtct  gtaactgaca  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac
781     cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaagtgtta  gagggtttcc  gccctttagt
841     gctgcagcta  acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggc  tgaaactcaa
901     aggaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga
961     agaaccttac  caggtcttga  catcctctga  caaccctaga  gatagggcgt  tccccttcgg
1021    gggacagagt  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga  tgttgggtta
1081    agtcccgcaa  cgagcgcaac  ccttgatctt  agttgccagc  attcagttgg  gcaccctaag
1141    gtgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta
1201    tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatgga  tggtacaaag  ggctgcaaac  ctgcgaaggt
1261    aagcgaatcc  cataaagcca  ttctcagttc  ggattggtag  gctgcaactc  gcctacatga
1321    aagccgggaa  tcgctagtaa  tcgcggatca  gccatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc
1381    ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  tttgtaacac  ccgaagtcgg  tgaggtaacc
1441    tttatggagc  cagccgccta  agtggaatga  g
```

39. *Bacillus canaveralius*（卡纳维拉尔角芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-39。*Bacillus canaveralius* Newcombe et al.，2009，sp. nov.（卡纳维拉尔角芽胞杆菌）。**★模式菌株：**KSC SF8b = ATCC BAA-1493= MTCC 8908。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ870688。**★种名释意：***canaveralius* 意为模式菌株分离自位于美国卡纳维拉尔角的肯尼迪航天中心的墙壁和地板，故其中文名称为卡纳维拉尔角芽胞杆菌[N.L. masc. adj. *canaveralius*，pertaining to（Cape）Canaveral，isolated from walls and floors of the Kennedy Space Center at Cape Canaveral]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 KSC SF8b^T 从美国卡纳维拉尔角的肯尼迪航天中心的仪器设备表面分离到。**★形态特征：**菌株具革兰氏阳性、耐碱性、形成芽胞、杆状［1 μm ×（3～5）μm］、菌落米色、圆形、边缘整齐，凸起。**★生理特性：**生长温度 15～45℃、最适 32℃；生长 pH 7.0～10.5、最适 pH 7.4；适合生长的 NaCl 0.5%～15%。在厌氧和葡萄糖发酵条件下菌株不生长。**★生化特性：**不产生 H_2S 或明胶不液化。硝酸盐还为亚硝酸盐。七叶苷水解。产生过氧化氢酶和 α-半乳糖苷酶；但不产生氧化酶、脲酶、精氨酸、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶或吲哚。可利用的碳水化合物有：纤维二糖、D-葡萄糖、乳糖、D-甘露醇、D-甘露糖、蜜二糖、N-乙酰葡萄糖胺钾、葡萄糖酸、已二酸、苹果酸和蔗糖。利用下列物质产酸：D-果糖、α-D-吡喃葡萄糖苷、甲基纤维二糖、D-甘露糖、蜜二糖和蔗糖。利用下列物质不产酸：苦杏仁苷、L-阿拉伯糖或 D-阿拉伯糖、D-甘露醇、松三糖、松二糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、甘油、糖原、甲基-α-D-葡萄糖苷、L-果糖、棉籽糖、L-鼠李糖、水杨苷、核糖或 D-木糖。**★分子特性：**16S rRNA 基因序列分析表明菌株 KSC SF8b^T 与最相近的种类硒砷芽胞杆菌（*B. selenatarsenatis* SF-1^T）的同源性高达 97.5%。DNA-DNA

杂交研究显示 KSC SF8b^T 菌株与其最相近种类的 DNA-DNA 杂交关联度小于 45%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctatacatgc aagtcgagcg gacgtgcggg agcttgctcc cgttcgttag cggcggacgg
61    gtgagtaaca cgtgggcaac ctgcctgtaa gactgggata acttcgggaa accggagcta
121   ataccggata atccattccc tctcctgagg gaatgctgaa agacggtttc ggctgtcact
181   tacagatggg cccgcggcgc attagctagt tggtggggta atggctcacc aaggcgacga
241   tgcgtagccg acctgagagg gtgatcggcc acactgggac tgagacacgg cccagactcc
301   tacgggaggc agcagtaggg aatcttccgc aatggacgaa agtctgacgg agcaacgccg
361   cgtgagtgat gaaggttttc ggatcgtaaa actctgttgt cagggaagaa caagtattgg
421   agtaactgcc agtaccttga cggtacctga ccagaaagcc acggctaact acgtgccagc
481   agccgcggta atacgtaggt ggcaagcgtt gtccggaatt attgggcgta aagcgcgcgc
541   aggcggtttc ttaagtctga tgtgaaagcc cacggctcaa ccgtggaggg tcattggaaa
601   ctgggaaact tgagtgcaga agaggagagc ggaattccac gtgtagcggt gaaatgcgta
661   gagatgtgga ggaacaccag tggcgaaggc ggctctctgg tctgtaactg acgctgaggc
721   gcgaaagcgt ggggagcgaa caggattaga taccctggta gtccacgccg taaacgatga
781   gtgctaagtg ttagagggtt tccgcccttt agtgctgcag caaacgcatt aagcactccg
841   cctggggagt acggccgcaa ggctgaaact caaaggaatt gacgggggcc cgcacaagcg
901   gtggagcatg tggtttaatt cgaagcaacg cgaagaacct taccaggtct tgacatcctc
961   tgacaatcct ggagacagga cgttcccctt cgggggacag agtgacaggt ggtgcatggt
1021  tgtcgtcagc tcgtgtcgtg agatgttggg ttaagtcccg caacgagcgc aacccttgat
1081  cttagttgcc agcattcagt tgggcactct aaggtgactg ccggtgacaa accggaggaa
1141  ggtggggatg acgtcaaatc atcatgcccc ttatgacctg ggctacacac gtgctacaat
1201  ggatggtaca aagggctgcg aaaccgcgag gtggagcgaa tcccataaaa ccattctcag
1261  ttcggattgc aggctgcaac tcgcctgcat gaagccggaa tcgctagtaa tccgcggatc
1321  agc
```

40. *Bacillus carboniphilus*（嗜碳芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-40。*Bacillus carboniphilus* Fujita et al.，1996，sp. nov.（嗜碳芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Kasumi 6 = ATCC 700100= JCM 9731 = LMG 18001。**★16S rRNA 基因序列号：**AB021182。**★种名释意：***carboniphilus* 中 *carbo* 为碳之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜碳芽胞杆菌（L. n. *carbo -onis*，coal，carbon；N.L. adj. *philus-a-um*（from Gr. adj.*philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *carboniphilus*，carbon-loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Kasumi 6^T 从日本召津香住区的空气中分离。**★形态特征：**菌株革兰氏阳性、依靠周生鞭毛运动，杆状，（3.0～5.0）μm×（0.5～0.9）μm。芽胞椭球形、中生或端生、胞囊不膨大；营养琼脂培养基上的菌落是平整、光滑、灰黄色、圆形、边缘整齐；在蛋白胨-大豆琼脂上会产生褐色的红色素。**★生理特性：**严格好氧。碳和石墨能促进菌株的生长。生长温度为 17～47℃。在 7.0% NaCl 条件下可生长。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶阳性。水解过氧化氢酶、酪蛋白、吐温 80、明胶、淀粉和马尿酸盐。V-P 反应阳性；硝酸盐还原成亚硝酸盐；邻硝基苯基-β-D-半乳糖基反应阳性；水解七叶苷和尿素；分解精氨酸、赖氨酸和鸟氨酸。可利用的碳水化合物有：丙酸盐、乙酸盐、柠檬酸盐、延胡索酸盐、L-苹果酸、D-乳酸盐或 L-乳酸盐、琥珀酸盐、

L-谷氨酸、L-天冬氨酸、藻酸盐、D-葡萄糖酸、2-酮戊二酸、丙二酸盐、丙酮酸盐和酒石酸盐。利用下列物质可产酸：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-果糖、D-半乳糖、麦芽糖、乳糖、蔗糖、D-木糖、海藻糖、甘油、D-甘露醇、纤维二糖、D-核糖、水杨苷、D-山梨糖、D-甘露糖、蜜二糖、L-鼠李糖、棉籽糖、肌醇、赤藓糖醇、核糖醇和淀粉。利用下列物质可产气：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖，D-木糖和 D-甘露醇。石墨或活性炭作为碳源加入培养基中（Bacto 细菌抗生素培养基 3）时，对菌株的生长有促进作用。**★分子特性：**菌株的 DNA G+C 含量在 37.8 mol%～38.1 mol%之间，菌株间的 DNA 杂交显示它们属于同一个种，与 *B. megaterium*、*B. flexus*、*B. simplex* 和 *B. lentus* 的 G+C 含量相近，DNA 杂交关联度低于 10%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gaatctttgg  gagcttgctc
61      ccaaaggtta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtggataa  cctgcctgta  agactgggat
121     aactccggga  aaccggggct  aataccggat  atgattttag  ttcgcatgaa  ctgaaatgga
181     aaggtggctt  ttagctacca  cttacagatg  gatccgcggc  gcattagcta  gttggtgagg
241     taacggctca  ccaaggcgac  gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg
301     actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag  ggaatcttcc  gcaatggacg
361     aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagtg  atgaaggttt  tcggatcgta  aagctctgtt
421     gttagggaag  aacaagtacc  gttcgaatag  ggcggtacct  tgacggtacc  taaccagaaa
481     gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  ggtggcaagc  gttgtccgga
541     attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  ttcttaagtc  tgatgtgaaa  gcccacggct
601     caaccgtgga  gggtcattgg  aaactgggag  acttgagtgc  agaagaggag  agtggaattc
661     cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagatatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactctc
721     tggtctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  gaacaggatt  agataccctg
781     gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctaa  gtgttagagg  gtttccgccc  tttagtgctg
841     cagcaaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggccg  caaggctgaa  actcaaagga
901     attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa
961     ccttaccagg  tcttgacatc  cttcgctacc  tctagagata  gagggttccc  cttcgggggа
1021    cgaagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc
1081    ccgcaacgag  cgcaaccctt  gaccttagtt  gccagcattc  agttgggcac  tctaaggtga
1141    ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac
1201    ctgggctaca  cacgtgctac  aatggataga  acaaagggca  gcaaagtcgc  gaggctaagc
1261    caatcccata  aatctattct  cagttcggat  tgtaggctgc  aactcgccta  catgaagccg
1321    gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg  ccttgtacac
1381    accgcccgtc  acaccacgag  agtttgtaac  acccgaagtc  ggtggggtaa  ccttttggag
1441    ccagccgccg  aaggtgggac  agatgattgg  ggtgaagtcg  taacaaggta  gccgtatcgg
1501    aagg
```

41. *Bacillus cecembensis*（科研中心芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-41。*Bacillus cecembensis* Reddy et al.，2008，sp. nov.（科研中心芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PN5 = JCM 15113 = LMG 23935 = MTCC9127。**★16S rRNA 基因序列号：**AM773821。**★种名释意：***cecembensis* 是根据韩国的细胞分子生物学研究中心首字母缩写 CCMB 而创造的一个词汇，故其中文名称为科研中心芽胞杆菌（N.L. masc. adj.

cecembensis，pertaining to CCMB（arbitrary epithet derived from the acronym CCMB for the Centre for Cellular and Molecular Biology，where the type strain was characterized）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PN5T 从印度宾德尔河冰川分离。**★形态特征：**菌株革兰氏阳性、好氧、杆状（3.5 μm× 1.25 μm），依靠周生鞭毛运动。**★生理特性：**生长温度为 4～39℃，最适为 25℃。NaCl 非生长所必需，浓度为 0～3%。**★生化特性：**过氧化氢酶、脂肪酶、磷酸酶、脲酶、鸟氨酸脱羧酶、硝酸盐还原等为阳性；氧化酶、赖氨酸、脱羧酶、苯丙氨酸脱氨、吲哚产生、甲基红、V-P 反应，以及水解七叶苷、明胶和淀粉等反应为阴性。可利用的碳水化合物有：海藻糖、葡萄糖胺和柠檬酸。不可利用的碳水化合物有：D-葡萄糖、D-阿拉伯糖或 L-阿拉伯糖、赤藓糖醇、D-木糖或 L-木糖、核糖醇、甲基 α-D-葡糖苷、甲基 α-D-甘露糖、半乳糖、甘露糖、D-甘露醇、D-果糖、L-山梨糖、D-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、N-乙酰葡萄糖胺、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、木糖醇、D-葡萄糖醛酸、蔗糖、葡聚糖、葡萄糖酸钠、丙二酸盐、L-异亮氨酸、L-谷氨酰胺、L-丙氨酸、L-苏氨酸、L-苯丙氨酸、L-脯氨酸、L-赖氨酸、L-丝氨酸、L-酪氨酸、L-组氨酸、L-亮氨酸或 L-天冬氨酸。**★化学特性：**肽聚糖中含赖氨酸、谷氨酸和丙氨酸（肽聚糖类型为 A4α）。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:1}$，主要呼吸醌是 MK-7。磷脂通常是以磷脂酰乙醇胺和磷脂酰甘油为主。**★分子特性：**16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明 PN5T 菌株与 *B. silvestris* 的模式菌株同源性达 97.2%。PN5T 与 *B. silvestris* DSM12223T 之间的 DNA-DNA 杂交关联度仅为 15%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      tagtttgatc  ctggctcagg  acgaacgctg  gcggcgtgcc  taatacatgc  aagtcgagcg
61     gactttcatt  ggtgcttgca  cctttgaaag  ttagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg
121    taacctaccc  tgtagattgg  gataactccg  ggaaaccggg  gctaataccg  aataacactt
181    ttgacctcat  ggtcgaatgt  taaaagacgg  tttcggctgt  cactacagga  tgggcccgcg
241    gcgcattagc  tagttggtga  ggtaacggct  caccaaggca  acgatgcgta  gccgacctga
301    gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt
361    agggaatctt  ccacaatgga  cgaaagtctg  atggagcaac  gccgcgtgag  tgaagaagga
421    tttcggttcg  taaaactctg  ttgcaaggga  agaacaagta  gcgtagtaac  tggcgctacc
481    ttgacggtac  cttgttagaa  agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt
541    aggtggcaag  cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggtgg  tttcttaagt
601    ctgatgtgaa  agcccacggc  tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactggga  aacttgagtg
661    cagaagagga  tagtggaatt  ccaagtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatt  tggaggaaca
721    ccagtggcga  aggcgactat  ctggtctgta  actgacactg  aggcgcgaaa  gcgtggggag
781    caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttgggg
841    ggtttccgcc  cctcagtgct  gcagctaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggtc
901    gcaagactga  aactcaaagg  aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt
961    aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  cccattgacc  actgtagaga
1021   tacagttttc  ccttcgggga  caacggtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt
1081   cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tattcttagt  tgccatcatt
1141   tagttgggca  ctctaaggag  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca
1201   aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggacgg  tacaaacggt
1261   tgccaacccg  cgagggggag  ctaatccgat  aaaaccgttc  tcagttcgga  ttgtaggctg
```

1321　caactcgcct　acatgaagcc　ggaatcgcta　gtaatcgcgg　atcagcatgc　cgcggtgaat
1381　acgttcccgg　gccttgtaca　caccgcccgt　cacaccacga　gagtttgtaa　cacccgaagt
1441　cggtggggta　acctttatgg　agccagccgc　cgaaggtggg　atagatgatt　ggggtgaagt
1501　cgtaacaagg　tagccgt

42. *Bacillus cellulosilyticus*（解纤维芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-42。*Bacillus cellulosilyticus* Nogi et al.，2005，sp. nov.（解纤维芽胞杆菌）。**★模式菌株：**N-4 = DSM 2522 = JCM 9156。**★16S rRNA 基因序列号：**CP002394（complete genome）。**★种名释意：***cellulosilyticus* 中 *cellulosum* 为纤维素之意，*lutikos* 为降解之意，故其中文名称为解纤维芽胞杆菌（*cellulosilyticus* N.L. neut. n. *cellulosum*，cellulose；Gr. adj. *lutikos*，able to dissolve；N.L. masc. adj. *cellulosilyticus*，cellulose-dissolving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 N-4^T 是工业上产纤维酶的嗜碱细菌。**★形态特征：**菌株为革兰氏阳性，菌体杆状、产芽胞、周生鞭毛方式运动等。芽胞椭圆形、次端生、胞囊膨大。菌落圆形或略不规则，奶油色。**★生理特性：**生长温度为 20～40℃（最适 37℃），pH 为 8.0～10.0（最适 9.0～10.0）。可在 NaCl 浓度为 12%（w/v）的条件下生长，但在 15%（w/v）时不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和硝酸盐还原反应阳性、可水解淀粉。氧化氢反应阴性、水解明胶与干酪素、产生吲哚和 H_2S。可分解熊果苷、纤维二糖、D-果糖、D-葡萄糖、D-乳糖、D-麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露糖、水杨苷、蔗糖、D-海藻糖和松二糖等碳水化合物，产酸但不产气。**★化学特性：**菌株主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$，主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 为 39.6 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 N-4^T 与 *B. vedderi* DSM 9768^T 同源性达 97.4%。N-4^T 和 *B. vedderi* DSM 9768^T 之间的 DNA-DNA 杂交关联度低于 27%。16S rRNA 基因序列如下。

1　agagtttgat　cctggctcag　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc
61　ggatcaatta　agagcttgct　cttatgagat　cagcggcgga　cgggtgagta　acacgtgggc
121　aacctgcctt　acagactggg　ataactccgg　gaaaccgaag　ctaataccgg　atgatcaatg
181　gaaccgcatg　gttctattgt　aaaagttggg　agcaatccta　acactgtgag　atgggcccgc
241　ggcgcattag　ctagttggtg　aggtaatggc　tcaccaaggc　aacgatgcgt　agccgacctg
301　agagggtgat　cggccacact　ggaactgaga　cacggtccag　actcctacgg　gaggcagcag
361　tagggaatca　tccgcaatgg　gcgaaagcct　gacggtgcaa　cgccgcgtga　acgatgaagg
421　tcttcggatt　gtaaagttct　gttgttaggg　aagaacaagt　gccattcaaa　taggttggca
481　ccttgacggt　acctaaccag　aaagccccgg　ctaactacgt　gccagcagcc　gcggtaatac
541　gtagggggca　agcgttgtcc　ggaattattg　ggcgtaaagc　gcgcgcaggc　ggtctcttaa
601　gtctgatgtg　aaagcccacg　gctcaaccgt　ggagggtcat　tggaaactgg　gggacttgag
661　tgtaggagag　gaaagtggaa　ttccacgtgt　agcggtgaaa　tgcgtagata　tgtggaggaa
721　caccagtggc　gaaggcgact　ttctggccta　caactgacgc　tgaggcgcga　aagcgtgggg
781　agcaaacagg　attagatacc　ctggtagtcc　acgccgtaaa　cgatgagtgc　taggtgttag
841　gggtttcgat　acccttagtg　ccgcagttaa　cacattaagc　actccgcctg　gggagtacgg
901　ccgcaaggct　gaaactcaaa　ggaattgacg　gggcccgca　caagcagtgg　agcatgtggt
961　ttaattcgaa　gcaacgcgaa　gaaccttacc　aggtcttgac　atcctctgac　actcctagag

```
1021   ataggacgtt   ccccttcggg   ggacagagtg   acaggtggtg   catggttgtc   gtcagctcgt
1081   gtcgtgagat   gttgggttaa   gtcccgcaac   gagcgcaacc   cttgatctta   gttgccagca
1141   ttcagttggg   cactctaagg   tgactgccgg   tgacaaaccg   gaggaaggtg   gggatgacgt
1201   caaatcatca   tgccccttat   gacctgggct   acacacgtgc   tacaatgggt   ggtacaaagg
1261   gcagcaaagc   cgcgaggccg   agcgaatccc   ataaagccac   tctcagttcg   gattgcaggc
1321   tgcaactcgc   ctgcatgaag   ccggaattgc   tagtaatcgc   ggatcagcat   gccgcggtga
1381   atacgttccc   gggccttgta   cacaccgccc   gtcacaccac   gagagtttgt   aacacccgaa
1441   gtcggtgagg   taacctttg    gagccagccg   ccgaaggtgg   gacagatgat   tggggtgaag
1501   tcgtaacaag   gtatccctac   cggaaggtgg   ggatggatca   cct
```

43. *Bacillus cereus*（蜡样芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-43。*Bacillus cereus* Frankland，1887（蜡样芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ATCC 14579 = CCM 2010 = BCRC（formerly CCRC）10603 = CCUG 7414 = CIP 66.24 = DSM 31 = HAMBI 1887 = IAM 12605 = IFO（now NBRC）15305 = JCM 2152 = LMG 6923 = NCCB 75008 = NCIMB 9373（formerly NCDO 1771）= NCTC 2599 = NRRL B-3711 = VKM B-504。**★16S rRNA 基因序列号：**AE016877。**★种名释意：***cereus* 为蜡色之意，故其中文名称为蜡样芽胞杆菌（L. masc. adj. *cereus*，waxen，wax-colored）。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株来源不详，但该种在全球广泛分布。**★形态特征：**菌体细胞杆状，末端方，成短或长链，（1.0～1.2）μm×（3.0～5.0）μm。形成芽胞，芽胞圆形或柱形，中生或近中生，1.0～1.5 μm，胞囊无明显膨大。革兰氏阳性，无荚膜，运动。菌落大，表面粗糙，扁平，不规则。在普通琼脂平板培养基上，37℃培养 24 h，可形成圆形或近似圆形、质地软、无色素、稍有光泽的白色菌落（似蜡烛样颜色），直径 5～7 mm。在 M.S.P 培养基上生长更旺盛，菌落直径达 8～10 mm，质地更软，挑起来呈丝状，培养时间稍长，菌落表面呈毛玻璃状，并产生红色色素。在蛋白胨酵母膏平板上菌落为灰白色，不透明，表面较粗糙，似毛玻璃状或融蜡状，菌落较大。**★生理特性：**最低生长温度为 10～20℃，少数嗜冷菌株可以在 6℃生长，最高生长温度为 40～45℃最适生长温度为 37℃。可耐受 0.001%溶菌酶。**★生化特性：**卵黄反应和 V-P 反应为阳性。过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。可水解淀粉、明胶和酪蛋白，硝酸盐可还原成亚硝酸盐。能利用柠檬酸作为唯一碳源。可利用酪氨酸，但不能利用苯丙氨酸。由葡萄糖和有限的碳水化合物产酸但不产气。大多数菌株可由水杨苷和淀粉产酸。分泌到胞外的物质包括：溶血素、肠毒素、热稳定呕吐毒素、细胞毒素、蛋白水解酶、磷脂酶，耐冷菌株可能产其他毒素。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 31.7 mol%～40.1 mol%（T_m）和 34.7 mol%～38.0 mol%（Bd），模式菌株的 G+C 含量为 35.7 mol%（T_m）和 36.2 mol%（Bd）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ttattggaga   gtttgatcct   ggctcaggat   gaacgctggc   ggcgtgccta   atacatgcaa
61     gtcgagcgaa   tggattaaga   gcttgctctt   atgaagttag   cggcggacgg   gtgagtaaca
121    cgtgggtaac   ctgcccataa   gactgggata   actccgggaa   accggggcta   ataccggata
181    acattttgaa   ccgcatggtt   cgaaattgaa   aggcggcttc   ggctgtcact   tatggatgga
241    cccgcgtcgc   attagctagt   tggtgaggta   acggctcacc   aaggcaacga   tgcgtagccg
301    acctgagagg   gtgatcggcc   acactgggac   tgagacacgg   cccagactcc   tacgggaggc
```

```
361   agcagtaggg  aatcttccgc  aatggacgaa  agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgagtgat
421   gaaggctttc  gggtcgtaaa  actctgttgt  tagggaagaa  caagtgctag  ttgaataagc
481   tggcaccttg  acggtaccta  accagaaagc  cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt
541   aatacgtagg  tggcaagcgt  tatccggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggtggttt
601   cttaagtctg  atgtgaaagc  ccacggctca  accgtggagg  gtcattggaa  actgggagac
661   ttgagtgcag  aagaggaaag  tggaattcca  tgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatatgg
721   aggaacacca  gtggcgaagg  cgactttctg  gtctgtaact  gacactgagg  cgcgaaagcg
781   tggggagcaa  acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt
841   gttagagggt  ttccgccctt  tagtgctgaa  gttaacgcat  taagcactcc  gcctggggag
901   tacggccgca  aggctgaaac  tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat
961   gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatcct  ctgaaaaccc
1021  tagagatagg  gcttctcctt  cgggagcaga  gtgacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct
1081  cgtgtcgtga  gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgatc  ttagttgcca
1141  tcattaagtt  gggcactcta  aggtgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggatga
1201  cgtcaaatca  tcatgcccct  tatgacctgg  gctacacacg  tgctacaatg  gacggtacaa
1261  agagctgcaa  gaccgcgagg  tggagctaat  ctcataaaac  cgttctcagt  tcggattgta
1321  ggctgcaact  cgcctacatg  aagctggaat  cgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg
1381  tgaatacgtt  cccgggcctt  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtt  tgtaacaccc
1441  gaagtcggtg  gggtaacctt  tttggagcca  gccgcctaag  gtgggacaga  tgattggggt
1501  gaagtcgtaa  ca
```

44. *Bacillus chagannorensis*（恰甘诺湖芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-44。*Bacillus chagannorensis* Carrasco et al.，2007，sp. nov.（恰甘诺湖芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CG-15 = CCM 7371 = CECT 7153 = CGMCC 1.6292 = DSM 18086。**★16S rRNA 基因序列号：**AM492159。**★种名释意：***chagannorensis* 意为模式菌株分离自我国内蒙古自治区恰甘诺湖，故其中文种名为恰甘诺湖芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *chagannorensis*，pertaining to Lake Chagannor）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CG-15^T 是从我国内蒙古自治区恰甘诺咸水湖分离得到的。**★形态特征：**菌株革兰氏阳性、中度嗜盐、形成芽胞、兼性厌氧等。菌体短杆状、可运动。芽胞椭圆形、端生。**★生理特性：**菌株生长 pH 8.5～11.0（最适 pH 8.5），温度 6～40℃（最适 37℃），盐度 3～20%（最适 7%）。对细菌素（10 U）和万古霉素（30 μg）敏感，但抗下列抗生素：先锋霉素（30 μg）、卡那霉素（30 μg）、萘啶酮酸（30 μg）、青霉素 G（10 U）、链霉素（30 μg）和四环素（30 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐还原为亚硝酸盐。能水解七叶苷和 DNA，但不能水解酪蛋白、明胶、吐温 80 和淀粉。不产 H_2S 和吲哚，苯丙氨酸脱氨酶和磷酸酶为阴性。可利用下列物质作为唯一碳源和能源：乙酸、七叶苷、苦杏仁苷、D-纤维二糖、柠檬酸、甲酸、延胡索酸、甘油、马尿酸、丙酮酸和蔗糖。但不能利用下列物质作为唯一碳源和能源：丁酸、D-阿拉伯糖、苯甲酸、乙醇、D-葡萄糖、D-果糖、L-岩藻糖、D-半乳糖、菊糖、D-乳糖、D-甘露醇、麦芽糖、D-甘露糖、D-蜜二糖、丙酸、L-鼠李糖、D-核糖、水杨苷、海藻糖、D-木糖、丁醇、半乳糖醇、肌醇、丙醇、D-山梨醇、淀粉和木糖醇。**★化学特性：**主要

脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺及三种未知磷脂。主要呼吸醌为 MK-7。肽聚糖类型为 A1γ，细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.8 mol%。16S rRNA 序列分析表明菌株 CG-15^T 与 *B. saliphilus* 同源性为 96.0%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  ncctggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgtg
61    cgcaggaagc  aggcggaact  cttcggaggg  aagcctgtgg  aatgagcggc  ggacgggtga
121   gtaacacgtg  ggcaacctgc  cttccagatc  ggaataaccc  cgggaaaccg  gggctaatgc
181   cggataatca  atcggtccac  ctggaccgat  tgtaaaagcg  ggggtctccc  tcgcactgga
241   agatgggccc  gcggcgcatt  agttagttgg  tggggtaacg  gcctaccaag  gcgacgatgc
301   gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac
361   gggaggcagc  agtagggaat  catccgcaat  gggcgaaagc  ctgacggtgc  aacgccgcgt
421   gaatgacgaa  ggccttcggg  tcgtaaaatt  ctgttgtgag  ggaagaacaa  gcaccggtcg
481   aacaggccgg  tgccatgacg  gtacctcacg  agaaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag
541   ccgcggtaat  acgtaggggg  caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag
601   gcggcctgga  aagtctgatg  tgaaagccca  cggctcaacc  gtggaattgc  attggaaact
661   gctaggcttg  agtgtaggag  aggaaagtgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga
721   tatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaggcga  ctttctggcc  tacaactgac  gctgaggtgc
781   gaaagcgtgg  ggagcaaaca  ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta  aacgttgagt
841   gctaggtgtt  aggggtttcg  atgcccttag  tgccgaagtt  aacacattaa  gcactccgcc
901   tggggagtac  ggccgcaagg  ctgaaactca  aaggaattga  cgggggcccg  cacaagcagt
961   ggagcatgtg  gtttaattcg  acgcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg  acatcctttg
1021  accgcactgg  agacagtgct  ttcccttcg   ggggacaaag  tgacaggtgg  tgcatggttg
1081  tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgggtt  aagtcccgca  acgagcgcaa  cccttgacct
1141  tagttgccag  cattcagttg  ggcactctaa  ggtgactgcc  ggtgataaac  cggaggaagg
1201  tggggacgac  gtcaaatcat  catgcccctt  atgacctggg  ctacacacgt  gctacaatgg
1261  atggtacaaa  gggacgcgaa  gccgcgaggt  ggagccaatc  ccagaaagcc  attctcagtt
1321  cggattgcag  gctgcaactc  gcctgcatga  agccggaatt  gctagtaatc  gcggatcagc
1381  atgccgcggt  gaatacgttc  ccgggccttg  tacacaccgc  ccgtcacacc  acgagagtnt
1441  gtaacacccg  aagtcggtga  ggtaacc
```

45. *Bacillus cheonanensis*（天安芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-45。*Bacillus cheonanensis* Kim et al.，2014，sp. nov.（天安芽胞杆菌）。★**模式菌株：**PFS-5 = KACC 17469 = JCM 19333。★**16S rRNA 基因序列号：**JQ966280。★**种名释意：***cheonanensis* 意为模式菌株分离自韩国天安，故中文名称为天安芽胞杆菌（che.on.an.en′sis N.L. masc. adj. *Cheonanensis*，pertaining to Cheonan，Republic of Korea，the geographical origin of the type strain）。

【**种类描述**】★**菌株来源：**菌株 PFS-5^T 是从韩国天安活家禽养殖场粪便土壤环境中分离得到的。★**形态特征：**细胞杆状［（0.9～1.0）μm×（2.8～3.2）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、可运动、产芽胞、端生。NA 培养基上 30℃培养 3 d 后形成的菌落不透明、不规则、奶油白色。★**生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～40℃、6.0～9.0 和 0～9%；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30℃、7.0 和 3%。★**生化特性：**

甲基红反应为阳性；V-P 反应为阴性；不产吲哚和 H_2S。API 50CHB 试验表明菌株 PFS-5T 能利用葡萄糖、棉籽糖和水杨苷。不能利用下列化合物：甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、L-木糖、核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖、半乳糖、果糖、甘露糖、山梨糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、甲基-β-D-吡喃甘露糖、甲基-α-D 葡糖苷、α-N-乙酰基-D-葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖、淀粉、糖原、木糖醇、龙胆、D-松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸和5-酮基葡萄糖酸盐。API 20E 测试结果表明 β-半乳糖苷酶为阳性反应；精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶和明胶酶为阴性反应；不能利用柠檬酸盐；不产吲哚、3-羟基丁酮和 H_2S。API ZYM 测试结果表明酸性磷酸酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶，β-葡萄糖苷酶、亮氨酸芳基酰胺酶和缬氨酸β-芳基酰胺酶为阳性反应；碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、酯酶（C14）、α-胰凝乳蛋白酶、胰蛋白酶、萘酚 AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、N-乙酰基-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性反应。能水解七叶苷、吐温 60 和吐温 80；不能水解酪蛋白、明胶、淀粉、尿素、吐温 20、吐温 40 和糊精。**★化学特性：**极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰肌醇、未知磷脂、未知氨磷脂。主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.1 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 PFS-5^T 与 *B. herbersteinensis* D-1，5a^T、*B. humi* LMG 22167^T、*B. alkalitelluris* BA288^T、*B. litoralis* SW-211^T 和 *B. luteolus* YIM 93174^T 的同源性分别为 96.9%、96.7%、96.1%、96.0% 和 95.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctaatacatg  cagtcgagcg  gacttgatgg  gagcttgctc  cctgatagtt  agcggcggac
61    gggtgagtaa  cacgtgggca  acctaccttt  aagactggga  taacttcggg  aaaccggagc
121   taataccgga  taacatgtaa  gaccacatgg  tcttacattg  aaagatggct  tcggctatca
181   cttatagatg  ggcccgcggc  gcattagcta  gttggtgagg  taatggctca  ccaaggcgac
241   gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact
301   cctacgggag  gcagcagtag  ggaatcttcc  gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc
361   cgcgtgaacg  atgaaggctt  tcgggtcgta  aagttctgtt  gttagggaag  aacaagtacc
421   agagtaactg  ctggtacctt  gacggtacct  aaccagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca
481   gcagccgcgg  taatacgtag  gtggcaagcg  ttatccggaa  ttattgggcg  taaagcgctc
541   gcaggcggtc  ttttaagtct  gatgtgaaag  cccacggctc  aaccgtggag  ggtcattgga
601   aactgggaga  cttgagtgca  gaagaggaga  gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg
661   tagagatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag  gcgactctct  ggtctgtaac  tgacgctgag
721   gagcgaaagc  gtggggagcg  aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat
781   gagtgctaag  tgttagaggg  tttccgccct  ttagtgctgc  agctaacgca  ttaagcactc
841   cgcctgggga  gtacggtcgc  aagactgaaa  ctcaaaggaa  ttgacggggg  cccgcacaag
901   cggtggagca  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc
961   ttatgccaac  cctagagata  gggctttccc  ttcggggaca  taagtgacag  gtggtgcatg
1021  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg
1081  atcttagttg  ccagcattta  gttgggcact  ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg
1141  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac  acgtgctaca
```

```
1201   atggatggta   caaagggcag   cgaaaccgtg   aggttaagcg   aatcccataa   aaccattctc
1261   agttcggatt   gcaggctgca   actcgcctgc   atgaagctgg   aatcgctagt   aatcgcggat
1321   cagcatgccg   cggtgaatac   gttcccgggc   cttgtacaca   ccgcccgtca   caccacgaga
1381   gtttgtaaca   cccgaagtcg   gtggggtaac   cgtaaggagc   cagccgcct
```

46. *Bacillus chungangensis*（中央芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-46。*Bacillus chungangensis* Cho et al.，2010，sp. nov.（中央芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CAU 348 = CCUG 57835 = KCTC 13566。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ514932。**★种名释意：***chungangensis* 意为模式菌株的分类学研究在韩国中央大学完成，故其中文名称为中央芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *chungangensis*，named after Chung-Ang University，where taxonomic studies on the type strain were performed）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CAU 348^T 是从韩国济州岛的海沙中分离的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，产芽胞，可运动，严格好氧。在葡萄糖酵母提取物琼脂（GYEA）培养基上 30℃培养 72 h 时，菌落奶油状、平滑、圆形。**★生理特性：**菌株生长 pH 4.5～9.0（最适 pH 7.0），温度 4～45℃（最适温度 30℃），盐度 0～15%（最适盐度 5%）。**★生化特性：**过氧化氢酶与氧化酶阳性。可利用以下碳水化合物产酸：核糖、葡萄糖、果糖、鼠李糖、熊果苷、七叶苷、水杨苷、葡萄糖、己酮糖等碳水化合物产酸。但利用以下碳水化合物不产酸：甘油、蜜三糖、木糖、半乳糖、甘露糖、甘露醇和果糖。**★化学特性：**菌株主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$，主要极性脂为磷脂酰甘油、心磷脂和磷脂酰乙醇胺。细胞水解产物包括核糖和葡萄糖。主要呼吸醌为 MK-7，细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35.0 mol%。16S rRNA 序列分析表明该菌株与最近的菌株同源性小于 95.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ctaatacatg   caagtcgagc   gaaccgaaga   gagcttgctc   tctgaagtta   gcggcggacg
61     ggtgagtaac   acgtgggcaa   cctgcctgta   agactgggat   aacttgcgga   aacgtgagct
121    aataccggat   acgcttttat   attctcctga   atgtgaaagg   aaagatggct   tctgctatca
181    cttacagatg   ggcccgcggc   gcattagcta   gttggtgagg   taacggctca   ccaaggcgac
241    gatgcgtagc   cgacctgaga   gggtgatcgg   ccacactggg   actgagacac   ggcccagact
301    cctacgggag   gcagcagtag   ggaatcttcc   gcaatggacg   caagtctgac   ggagcaacgc
361    cgcgtgagtg   aagaaggttt   tcggatcgta   aaactctgtt   gttagggaag   aacccgtacc
421    gttcaaatag   ggcggtacgc   tgacggtacc   taaccagaaa   gccacggcta   actacgtgcc
481    agcagccgcg   gtaatacgta   ggtggcaagc   gttgtccgga   attattgggc   gtaaagcgcg
541    cgcaggcggt   ttcttaagtc   tgatgtgaaa   gcccacggct   caaccgtgga   gggtcattgg
601    aaactgggag   acttgagtgc   agaagaggag   agtggaattc   cacgtgtagc   ggtgaaatgc
661    gtagagatgt   ggaggaacac   cagtggcgaa   ggcggctctc   tggtctgtaa   ctgacgctga
721    ggcgcgaaag   cgtggggagc   gaacaggatt   agataccctg   gtagtccacg   ccgtaaacga
781    tgagtgctaa   gtgttagggg   gtttccgccc   cttagtgctg   cagcaaacgc   attaagcact
841    ccgcctgggg   agtacggccg   caaggctgaa   actcaaagga   attgacgggg   gcccgcacaa
901    gcggtggagc   atgtggttta   attcgaagca   acgcgaagaa   ccttaccagg   tcttgacatc
961    cttcgctact   tctagagata   gaaggttccc   cttcgggggа   cgaagtgaca   ggtggtgcat
1021   ggttgtcgtc   agctcgtgtc   gtgagatgtt   gggttaagtc   ccgcaacgag   cgcaaccctt
```

1081	aagcttagtt	gccatcatta	agttgggcac	tctaagctga	ctgccggtga	caaaccggag
1141	gaaggtgggg	atgacgtcaa	atcatcatgc	cccttatgac	ctgggctaca	cacgtgctac
1201	aatggatggt	acaacgggaa	gcgaagccgc	gaggtgaagc	caatcctaaa	aaaccattct
1261	cagttcggat	tgtaggctgc	aactcgccta	catgaagccg	gaatcgctag	taatcgcgga
1321	tcagcatgcc	gcggtgaata	cgttcccggg	ccttgtacac	accgcccgtc	acaccacgag
1381	agtttgtaac	acccgaagtc	ggtgaggtaa	ccttttggag	ccagccgccg	aaggtgggac
1441	agatgattgg	ggtgaagtcg	taacaagg			

47. *Bacillus cibi*（食物芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-47。*Bacillus cibi* Yoon et al.，2005，sp. nov.（食物芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JG-30 = DSM 16189 = KCTC 3880。**★16S rRNA 基因序列号：**AY550276。**★种名释意：***cibi* 为食物之意，故其中文名称为食物芽胞杆菌（L. gen. n. *cibi*，of food）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JG-30^{T} 是从传统的韩国发酵海鲜泡菜中分离到的。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，以周生鞭毛运动，形成芽胞，耐盐，杆状，(0.6～0.8) μm×(1.5～3.5) μm。**★生理特性：**最适生长温度 37℃，最适盐浓度 0～1% NaCl。**★生化特性：**脲酶为阴性。不能水解次黄嘌呤、酪氨酸和黄嘌呤。不产 H_2S 和吲哚。V-P 和甲基红反应为阴性。API 20E 结果显示，精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶为阴性。API ZYM 结果表明，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶和 β-半乳糖苷酶为阳性，但酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。由下列物质产酸：D-果糖、蜜二糖、D-半乳糖、D-纤维二糖、水苏糖、蔗糖、麦芽糖、D-海藻糖和 D-棉籽糖。不能由下列物质产酸：核糖醇、D-山梨醇、肌醇、D-核糖、L-阿拉伯糖、D-松三糖或 L-鼠李糖。可利用 D-葡萄糖、D-果糖、D-海藻糖、乳糖、乙酸、琥珀酸和 L-苹果酸，不能利用 D-木糖、L-阿拉伯糖、柠檬酸、苯甲酸、甲酸和谷氨酸。**★化学特性：**细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸，主要呼吸醌为 MK-7，主要脂肪酸是 iso-$C_{15:0}$ 与 iso-$C_{14:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45 mol%。JG-30^{T} 菌株的 16S rRNA 基因序列与已正式发表的芽胞杆菌属菌种同源性均低于 95.7%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc	ggatctcttc	ggagatcagc
61	ggcggacggg	tgagtaacac	gtgggcaacc	tgcctgtaag	actgggataa	ctccgggaaa
121	ccggagctaa	taccggatac	tatgtcaaac	cgcatggttt	gacattcaaa	gacggtttcg
181	gctgtcactt	acagatgggc	ccgcggcgca	ttagctagtt	ggtgaggtaa	tggctcacca
241	aggcgacgat	gcgtagccga	cctgagaggg	tgatcggcca	cactgggact	gagacacggc
301	ccagactcct	acgggaggca	gcagtaggga	atcttccgca	atggacgaaa	gtctgacgga
361	gcaacgccgc	gtgagtgatg	aaggttttcg	gatcgtaaaa	ctctgttgtc	agggaagaac
421	aagtgccgga	gtaactgccg	gcaccttgac	ggtacctgac	cagaaagcca	cggctaacta
481	cgtgccagca	gccgcggtaa	tacgtaggtg	gcaagcgttg	tccggaatta	ttgggcgtaa
541	agcgcgcgca	ggcggtttct	taagtctgat	gtgaaagccc	ccggctcaac	cggggagggt
601	cattggaaac	tgggaaactt	gagtgcagaa	gaggagagtg	gaattccacg	tgtagcggtg

661	aaatgcgtag	agatgtggag	gaacaccagt	ggcgaaggcg	actctctggt	ctgtaactga
721	cgctgaggcg	cgaaagcgtg	gggagcgaac	aggattagat	accctggtag	tccacgccgt
781	aaacgatgag	tgctaagtgt	tagagggttt	ccgcccttta	gtgctgcagc	taacgcatta
841	agcactccgc	ctggggagta	cggtcgcaag	actgaaactc	aaaggaattg	acgggggccc
901	gcacaagcgg	tggagcatgt	ggtttaattc	gaagcaacgc	gaagaacctt	accaggtctt
961	gacatccttt	gccacttcta	gagatagaag	gttccccttc	gggggacaaa	gtgacaggtg
1021	gtgcatggtt	gtcgtcagct	cgtgtcgtga	gatgttgggt	taagtcccgc	aacgagcgca
1081	acccttgatc	ttagttgcca	gcattcagtt	gggcactcta	aggtgactgc	cggtgacaaa
1141	ccggaggaag	gtggggatga	cgtcaaatca	tcatgcccct	tatgacctgg	gctacacacg
1201	tgctacaatg	gatggtacaa	agggctgcga	gaccgcgagg	tttagccaat	cccataaaac
1261	cattctcagt	tcggattgca	ggctgcaact	cgcctgcatg	aagctggaat	cgctagtaat
1321	cgcggatcag	catgccgcgg	tgaatacgtt	cccgggcctt	gtacacaccg	cccgtcacac
1381	cacgagagtt	tgcaacaccc	gaagtcggtg	gggtaaccgc	aaggagccag	ccgcctaagg
1441	tggggtagat	gattggggtg	aagtcgtaac	aaggtagccg	tatcggaagg	tgc

48. *Bacillus cihuensis*（慈湖芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-48。*Bacillus cihuensis* Liu et al.，2014，sp. nov.（慈湖芽胞杆菌）。**★模式菌株：**FJAT-14515 = DSM 25969 = CGMCC 1.12697。**★16S rRNA 基因序列号：**JX262264。**★种名释意：***cihuensis* 意为模式菌株分离自我国台湾慈湖，故中文名称为慈湖芽胞杆菌（ci.hu.en′sis，N.L. masc. adj. *cihuensis*，belonging to Cihu，Taoyuan County in Taiwan，where an *Acacia* rhizosphere soil sample was collected for isolation of the organism）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 FJAT-14515^T 是从台湾慈湖土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.8）μm×（1.3～2.2）μm］、革兰氏阳性、好氧、可运动、单生或成对或短链状生长，形成芽胞、次端生。菌落直径为 1～3 mm、浅黄色、不透明、发光、扁平、边缘不规则。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 10～35℃、5.7～9.0 和 0～5 %（w/v）NaCl；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30℃、7.0 和 1%。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性；氧化酶为阴性；能利用柠檬酸盐；能水解七叶苷、淀粉和明胶；不能水解酪蛋白、吐温 20、吐温 40 和吐温 80；不产 H_2S 和吲哚；V-P 和 ONPG 反应为阴性；不能还原硝酸盐；脲酶、精氨酸双水解酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱羧酶为阴性。利用下列化合物产酸：核糖、葡萄糖、熊果苷、七叶苷、水杨醇、水杨苷、麦芽糖、乳糖、蔗糖、海藻糖、木糖醇和 D-阿糖醇。利用下列化合物不产酸：甘油、L-阿拉伯糖、D-阿拉伯糖、β-甲基-D-木糖苷、半乳糖、甘露糖、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、α-甲基-D-甘露糖苷、α-甲基-D-葡糖苷、苦杏仁苷、纤维二糖、蜜二糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、龙胆、D-松二糖、D-己酮糖、D-来苏糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、L-阿糖醇、葡萄糖酸、2-酮基-D-葡萄糖酸和 5-酮基-D-葡萄糖酸。利用下列化合物产酸弱：赤藓糖醇、D-木糖、L-木糖、核糖醇、果糖、甘露醇、山梨醇及 N-乙酰葡萄糖胺。能利用下列化合物为唯一碳源、氮源或能源：D-果糖、乳糖、蔗糖、麦芽糖、甘露醇、D-山梨醇、D-木糖、木聚糖、七叶苷、L-阿拉伯糖、D-半乳糖、D-核糖、D-阿拉伯糖、海藻糖、D-甘露糖、硝酸铵、硝酸铝、硫酸铵、磷酸氢二铵和硫酸亚铁铵。

不能利用下列化合物为唯一碳源、氮源和能源：肌醇、纤维二糖、水杨酸、氯化铵、硝酸钠、硝酸镁、硝酸钾和亚硝酸钠。★**化学特性**：主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 37.1 mol%。16S rRNA 序列比对结果表明菌株 FJAT-14515^T 与 *B. muralis* DSM 16288^T 和 *B. simplex* DSM 1321^T 的同源性分别为 97.6%和 97.5%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 FJAT-14515^T 与 *B. muralis* DSM 16288^T 和 *B. simplex* DSM 1321^T 的关联度分别为 27.9%±3.32%和 44.1%±0.57%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gcgaatgatt  gggagcttgc  tcccatgatt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc
61      aacctacctg  taagactggg  ataacttcgg  gaaaccggag  ctaataccgg  ataatttctt
121     ttctcgcatg  agaagagatg  gaaagacggt  ttcggctgtc  acttacagat  gggcccgcgg
181     cgcattagct  agttggtgag  gtaacggctc  accaaggcca  cgatgcgtag  ccgacctgag
241     agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta
301     gggaatcttc  cgcaatggac  gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagc  gaagaaggcc
361     ttcgggtcgt  aaagctctgt  tgttagggaa  gaacaagtac  cagagtaact  gctggtacct
421     tgacggtacc  taacccagaa  agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt
481     aggtggcaag  cgttgtccgg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggtg  gttccttaag
541     tctgatgtga  aagcccacgg  ctcaaccgtg  gagggtcatt  ggaaactggg  gaacttgagt
601     gcagaagagg  aaagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac
661     accagtggcg  aaggcgactt  tctggtctgt  aactgacact  gaggcgcgaa  agcgtgggga
721     gcgaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aagtgttaga
781     gggtttccgc  cctttagtgc  tgcagctaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggc
841     cgcaaggctg  aaactcaaag  gaattgacgg  gggcccgcac  aagcggtgga  gcatgtggtt
901     taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcctctgaca  atcctagaga
961     taggacgttc  cccttcgggg  gacagagtga  caggtggtgc  atggtttgtc  gtcagctcgt
1021    gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttgatctta  gttgccagca
1081    tttagttggg  cactctaagg  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt
1141    caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct  acacacgtgc  tacaatggat  ggtacaaaga
1201    gctgcgaacc  cgcgagggta  agcgaatctc  ataaagccat  tctcagttcg  gattgtaggc
1261    tgcaactcgc  ctacatgaag  ccggaatcgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga
1321    atacgttccc  gggccttgta  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagtttgt  aacacccgaa
1381    gtcggtgagg  taaccgcaag  gagccagccg  cctaaggtgg  gacagatgat  tgg
```

49. *Bacillus circulans*（环状芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-49。*Bacillus circulans* Jordan，1890，species（环状芽胞杆菌）。★**模式菌株**：ATCC 24 = ATCC 4513 = ATCC 9140 = CCM 2048 = BCRC（formerly CCRC）10605 = CCUG 7416 = CIP 52.75 = DSM 11 = HAMBI 1911 = IAM 12462 = IFO（now NBRC）13626 = JCM 2504 = LMG 6926 = LMG 13261 = NCCB 75011= NCIMB 9374（formerly NCDO 1775）= NCTC 2610 = NRRL B-378 = NRRL B-380 = VKM B-1242。★**16S rRNA 基因序列号**：AY724690。★**种名释意**：*circulans* 为环状之意，故其中文名称为环状芽胞杆菌（L. part. adj. *circulans*，making circular or round，circling）。

【**种类描述**】★**菌株来源**：菌株 ATCC 24^T 是从污水中分离的。**表型特征**：革兰氏阳

性，杆状，形成芽胞。菌落呈灰白色，不透明，表面光滑湿润，边缘规则，直径 1～3 mm。芽胞椭圆形。**★生理特性：**可以生长在 5%盐度，但在 10%盐度不生长。**★生化特性：**可厌氧生长，有机化能营养，利用多种物质进行严格呼吸代谢。过氧化氢酶为阳性。硝酸盐还原可变。精氨酸双水解酶为阴性。由阿拉伯糖和葡萄糖产酸。可水解明胶和淀粉。不能利用柠檬酸。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso -$C_{17:0}$（1.33%）、$C_{16:0}$（4.25%）、anteiso-$C_{17:0}$（9.85%）、iso-$C_{15:0}$（14.02%）、anteiso-$C_{15:0}$（44.83%）、iso-$C_{16:0}$（5.58%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35.7 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       tcaggacgaa  cgctggcggc  gtgcctaata  catgcaagtc  gagcggactt  taaaagcttg
61      cttttaaagt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctgcctg  taagactggg
121     ataacttcgg  gaaaccggag  ctaataccgg  ataatccttt  tcctctcatg  aggaaaagct
181     gaaagacggt  ttacgctgtc  acttacagat  gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtgag
241     gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg
301     gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac
361     garagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagt  gatgaaggtt  ttcggatcgt  aaaactctgt
421     tgttagggaa  gaacaagtac  aagagtaact  gcttgtacct  tgacggtacc  taaccagaaa
481     gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  ggtggcaagc  gttgtccgga
541     attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  cctttaagtc  tgatgtgaaa  gcccacggct
601     caaccgtgga  gggtcattgg  aaactggggg  acttgagtgc  agaagagaag  agtggaattc
661     cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactctt
721     tggtctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg
781     gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctaa  gtgttagagg  gtttccgccc  tttagtgctg
841     cagcaaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggccg  caaggctgaa  actcaaagga
901     attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa
961     ccttaccagg  tcttgacatc  ctctgacact  cctagagata  ggacgttccc  cttcggggga
1021    cagagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc
1081    ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcattc  agttgggcac  tctaaggtga
1141    ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac
1201    ctgggctaca  cacgtgctac  aatggatggt  acaaagggca  gcaaaaccgc  gaggtcgagc
1261    aaatcccata  aaaccattct  cagttcggat  tgtaggctgc  aactcgccta  catgaagctg
1321    gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg  ccttgtacac
1381    accgcccgtc  acaccacgag  agtttgtaac  acccgaagtc  ggtggggtaa  ccttttggag
1441    ccagccgcct  aaggtgggat  agatgattgg  ggtgaagtcg  taacaag
```

50. *Bacillus clarkii*（克氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-50。*Bacillus clarkii* Nielsen et al.，1995，sp. nov.（克氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PN-102 = ATCC 700162 = CIP 105301 = DSM 8720 = LMG 17947。**★16S rRNA 基因序列号：**X76444。**★种名释意：***clarkii* 意为 Clark，旨在纪念美国细菌学家 Francis E. Clark，故其中文名称为克氏芽胞杆菌（N.L. gen. n. *clarkii*，of Clark，named after the American bacteriologist Francis E. Clark）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PN-102^T 从土壤中分离到。**★形态特征：**菌落圆形、表面光滑、呈奶油白色到淡黄色。菌体杆状，（2.0～5.0）μm×（0.6～0.7）μm。芽胞椭圆

形［（0.6～1.0）μm×（0.7～1.2）μm］、端生，胞囊膨大。★**生理特性：**生长温度为 15～45℃，最高 NaCl 浓度为 16%。pH 7.0 时不生长，最适生长 pH 高于 10.0。在 pH 10.0 时在仅含碳水化合物的基本培养基上不生长。★**生化特性：**能水解酪蛋白、马尿酸盐、明胶、吐温 40（菌株 PN-104 弱阳性）和吐温 60。不水解淀粉、MUG、吐温 20 和支链淀粉，严格嗜碱。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.4 mol%～43.0 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcaggaaaca  ggctgatccc
61     ttcggggtga  tgcctgtgga  atgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctgcc
121    ttacagactg  ggataactcc  gggaaaccgg  ggctaatacc  ggatgancag  aagaaccgca
181    tggttcttct  gtaaaagttg  ggacttgttc  ctaacactgt  aagatgggcc  cgcggcgcat
241    tagctagttg  gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
301    gatcggccac  actggaactg  agacacggtc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa
361    tcatccgcaa  tgggcgaaag  cctgacggtg  caacgccgcg  tgaacgatga  aggtcttcgg
421    attgtaaagt  tctgttgtca  gggaagaaca  cgtgccgttc  gaacagggcg  gcaccttgac
481    ggtacctgac  cagaaagccc  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtagggg
541    gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggtctct  taagtctgat
601    gtgaaagccc  acggctcaac  cgtggagggt  cattggaaac  tgggggactt  gagtgtagga
661    gaggaaagtg  gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  atatgtggag  gaacaccagt
721    ggcgaaggcg  actttctggc  ctataactga  cgctgaggcg  cgaaagcgtg  gggagcaaac
781    aggattagat  accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgag  tgctaggtgt  taggggtttc
841    gataccctta  gtgccgcagt  taacacatta  agcactccgc  ctggggagta  cggccgcaag
901    gctgaaactc  aaaggaattg  acgggggccc  gcacaagcag  tggagcatgt  ggtttaattc
961    gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt  gacatcctct  gacaactctg  gagacagagc
1021   gttccccttc  gggggacaga  gtgacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga
1081   gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgatc  ttagttgcca  gcattcagtt
1141   gggcactcta  aggtgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggatga  cgtcaaatca
1201   tcatgcccct  tatgacctgg  gcttcacacg  tgctacaatg  ggtggtacaa  agggcagcaa
1261   agccgcgagg  ccgagcgaat  cccataaagc  cactctcagt  tcggattgca  ggctgcaact
1321   cgcctgcatg  aagccggaat  tgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt
1381   cccgggcctt  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagct  tgtaacaccc  gaagtcggtg
1441   aggtaacctt  ttggagccag  ccgccgaagg  tgggacaggt  gattggggtg  aagtcgtaac
1501   aaggtatccc  taccggaagg  tg
```

51. *Bacillus clausii*（克劳氏芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-51。*Bacillus clausii* Nielsen et al.，1995，sp. nov.（克劳氏芽胞杆菌）。★**模式菌株：**PN-23 = ATCC 700160 = CCUG 47262 = CIP 104718 = DSM 8716 = LMG 17945 = NCIMB 10309。★**16S rRNA 基因序列号：**X76440。★**种名释意：***clausii* 意为 Claus，旨在纪念德国细菌学家 Dieter Claus，故其中文名称为克劳氏芽胞杆菌（N.L. gen. n. *clausii*，of Claus，named after the German bacteriologist Dieter Claus）。

【**种类描述**】★**菌株来源：**菌株 $PN\text{-}23^T$ 从土壤中分离到。★**形态特征：**菌落白色、边缘丝状。菌体杆状［（0.5～0.7）μm×（2.0～4.0）μm］，芽胞椭球形［（0.4～0.6）μm×（0.7～1.0）μm］，中生或端生，胞囊细微膨大。★**生理特性：**生长最适 pH 7.0，生长温度为 15～

50℃，NaCl 浓度达 10%。★**生化特性**：能水解酪蛋白、明胶及淀粉，但不能水解短梗霉多糖、吐温（20、40 或 60）和 MUG。硝酸盐还原成亚硝酸盐，苯丙氨酸脱氨酶不脱氨。可利用的碳水化合物有：L-阿拉伯糖、半乳糖、木糖醇、半乳糖醇、山梨醇、甲基 α-D-甘露糖苷、甘露糖、N-乙酰葡萄糖胺、D-己酮糖或 2-酮基葡萄糖酸。部分菌株在肌醇上生长。★**化学特性**：细胞主要脂肪酸为：iso-$C_{17:0}$（15.58%）、$C_{16:0}$（8.14%）、anteiso-$C_{17:0}$（10.2%）、iso-$C_{15:0}$（32.7%）、anteiso-$C_{15:0}$（18.24%）、iso-$C_{16:0}$（3.48%）。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 42.8 mol%～45.5 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgnncgct  ggcggcgtgc  ctaatacata  caagtcgagc  gganagacaa  ggagcttgct
61     cctttgacnt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctgcccc  ttagactggg
121    ataactccgg  gaaaccggag  ctaataccgg  ataatcccttt  tctccacctg  gagagagggt
181    gaaagatggc  ttcggctatc  actaagggat  gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtaag
241    gtaacggctt  accaaggcaa  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg
301    gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac
361    gaaagtctga  cggagcaacc  ccgcgtgagt  gaggaaggcc  ttcgggtcgt  aaagctctgt
421    tgtgagggaa  gaagcggtac  cgttcgaata  gggcggtacc  ttgacggtac  ctcaccagaa
481    agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttgtccgg
541    aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  cttcttaagt  ctgatgtgaa  atctcggggc
601    tcaaccccga  gcggccattg  gaaactgggg  agcttgagtg  cagaagagga  gagtggaatt
661    ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgactct
721    ctggtctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781    ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  ggtgttaggg  gtttcgatgc  ccgtagtgcc
841    gaagttaaca  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggcc  gcaaggctga  aactcaaagg
901    aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961    accttaccag  gtcttgacat  cctttgacca  cccaagagat  tgggcttccc  cttcgggggc
1021   aaagtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc
1081   cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcattca  gttgggcact  ctaaggtgac
1141   tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc
1201   tgggctacac  acgtgctaca  atggatggta  caaagggcag  cgaaaccgcg  aggtgaagcc
1261   aatcccataa  agccattctc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc  atgaagccgg
1321   aattgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggt  cttgtacaca
1381   ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgtaaca  cccgaagtcg  gtgaggcaac  cttttggagc
1441   cagccggcta  aggtgggaca  aatgattggg  gtgaagtcgt  aacaaggtag  ccgtatcgga
1501   aggtg
```

52. *Bacillus coagulans*（凝结芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-52。*Bacillus coagulans* Hammer，1915（凝结芽胞杆菌）。★**模式菌株**：ATCC 7050 = CCM 2013 = BCRC（formerly CCRC）10606 = CCUG 7417= CFBP 4225 = CIP 66.25= DSM 1 = HAMBI 1931 = IAM 1115 = IFO（now NBRC）12583 = IMET 10993= JCM 2257 = LMG 6326 = NCAIM B.01086 = NCCB 77025 = NCCB 48014 = NCIMB 9365（formerly NCDO 1761）= NCTC 10334 = NRIC 1005 = NRRL NRS-609= VKM B-731。★**16S rRNA 基因序列号**：AB271752。★**种名释意**：*coagulans* 为凝结之意，故其中文名称为凝结芽胞

杆菌（L. part. adj. *coagulans*，curdling，coagulating）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ATCC 7050^T 从土壤中分离到。**★形态特征：**细胞革兰氏染色阳性，可运动，杆状，（0.6～1.0）μm×（3～5）μm。芽胞椭圆形（少数球形），次端生，有时次中生或端生，胞囊略膨大。在 TSA 培养基上 40℃生长 2 d 的菌落直径为 1～3 mm，白色，凸起，边缘整齐，光滑，老菌落变为浅黄色。**★生理特性：**中度嗜热，在 30℃时可生长，最适温度为 40～57℃，最高温度为 57～61℃。耐酸，最适 pH 7.0，在 pH 4.0 时可生长，最高 pH 为 10.5～11.0。在 5% NaCl 中不能生长。兼性厌氧。菌株对氨苄西林、新霉素、头孢唑啉、头孢呋辛、头孢噻肟、氯霉素、呋喃唑酮（痢特灵）、复方磺胺甲噁唑和诺氟沙星等抗菌药均敏感。**★生化特性：**同型发酵产生乳酸。过氧化氢酶为阳性。能水解淀粉，不能水解酪氨酸和酪蛋白。API 20E 结果显示，下列反应因菌株而异：精氨酸双水解酶、明胶水解（模式菌株阳性）、硝酸盐还原、ONPG 水解（模式菌株阳性）和 V-P 反应。下列反应在所有菌株中均为阴性：赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸利用、产 H_2S 和吲哚、脲酶和色氨酸脱氨酶，API 50CH 结果表明，七叶苷水解活性可变（多数菌株为阳性）。由下列物质产酸但不产气：D-半乳糖、D-果糖、D-葡萄糖、甘油、麦芽糖、D-甘露糖、D-蜜二糖、N-乙酰葡萄糖胺、淀粉和 D-海藻糖。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44.3 mol%～50.3 mol%。菌株 16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgtgc ggaccttta  aaagcttgct
61    tttaaaaggt tagcggcgga cgggtgagta acacgtgggc aacctgcctg taagactggg
121   ataacgccgg gaaaccgggg ctaataccng atagtttttt cctccgcatg gaggaaaaag
181   gaaaggcggc ttcggctgcc acttacagat gggcccgcgg cgcattagct agttggcggg
241   gtaacggccc accaaggcaa cgatgcgtag ccgacctgag agggtgatcg gccacattgg
301   gactgagaca cggcccaaac tcctacggga ggcagcagta gggaatcttc cgcaatggac
361   gaaagtctga cggagcaacg ccgcgtgagt gaagaaggcc ttcgggtcgt aaaactctgt
421   tgccggggaa gaacaagtgc cgttcgaaca gggcggcgcc ttgacggtac ccggccagaa
481   agccacggct aactacgtgc cagcagccgc ggtaatacgt aggtggcaag cgttgtccgg
541   aattattggg cgtaaagcgc gcgcaggcgg cttcttaagt ctgatgtgaa atcttgcggc
601   tcaaccgcaa gcggtcattg gaaactggga ggcttgagtg cagaagagga gagtggaatt
661   ccacgtgtag cggtgaaatg cgtagagatg tggaggaaca ccagtggcga aggcggctct
721   ctggtctgta actgacgctg aggcgcgaaa gcgtggggag caaacaggat tagataccct
781   ggtagtccac gccgtaaacg atgagtgcta agtgttagag ggtttccgcc ctttagtgct
841   gcagctaacg cattaagcac tccgcctggg gagtacggcc gcaaggctga aactcaaagg
901   aattgacggg ggcccgcaca agcggtggag catgtggttt aattcgaagc aacgcgaaga
961   accttaccag gtcttgacat cctctgacct ccctggagac agggccttcc ccttcggggg
1021  acagagtgac aggtggtgca tggttgtcgt cagctcgtgt cgtgagatgt tgggttaagt
1081  cccgcaacga gcgcaaccct tgaccttagt tgccagcatt gagttgggca ctctaaggtg
1141  actgccggtg acaaaccgga ggaaggtggg gatgacgtca aatcatcatg ccccttatga
1201  cctgggctac acacgtgcta caatggatgg tacaaagggc tgcgagaccg cgaggttaag
1261  ccaatcccag aaaaccattc ccagttcgga ttgcaggctg caacccgcct gcatgaagcc
1321  ggaatcgcta gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat acgttcccgg gccttgtaca
1381  caccgcccgt cacaccacga gagtttgtaa cacccgaagt cggtgaggta acctttacgg
1441  agccagccgc cgaaggtggg acagatgatt ggggtgaag
```

53. *Bacillus coahuilensis*（考卉纳芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-53。*Bacillus coahuilensis* Cerritos et al.，2008，sp. nov.（考卉纳芽胞杆菌）。**★模式菌株：**m4-4 = CECT 7197 = NRRL B-41737。**★16S rRNA 基因序列号：**EF014450、EF014451 和 EF014452。**★种名释意：***coahuilensis* 意为模式菌株分离自墨西哥考卉纳，故其中文名称为考卉纳芽胞杆菌（N.L. masc. adj.*coahuilensis*，pertaining to Coahuila，the state in Mexico where the type strain was collected）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 m4-4^T 从墨西哥考卉纳奇瓦瓦沙漠咸水湖分离到。**★形态特征：**菌株中等嗜盐、好氧、革兰氏阳性、杆状。**★生理特性：**最适生长温度 30～37℃，最适 pH 7.0～8.0，能在 0.5%～10%浓度 NaCl 下生长。**★生化特性：**利用甘油可产酸，但利用 D-葡萄糖或乳糖不产酸。可利用柠檬酸和延胡索酸，硝酸盐还原反应阴性，不产生 H_2S 和脲。不利用以下碳水化合物：蔗糖、乳糖、阿拉伯糖、半乳糖醇、果糖、核糖醇、D-山梨醇、水杨苷、D-甘露醇、D-木糖、L-鼠李糖、L-谷氨酰胺。菌株 m4-4^T 在大部分的糖类中生长很慢或不生长。**★化学特性：**主要脂肪酸是 iso-$C_{17:0}$（9.23%）、$C_{16:0}$（3.45%）、anteiso-$C_{17:0}$（12.30%）、iso-$C_{15:0}$（32.07%）、anteiso-$C_{15:0}$（31.2%）、iso-$C_{16:0}$（3.91%）。**★分子特性：**基于 16S rRNA 系统发育和 *recA* 基因序列分析，与其亲缘关系最近的是中等嗜盐的芽胞杆菌种群，与 *B. marisflavi*、*B. aquimaris* 和 *B. vietnamensis* 的 16S rRNA 基因系列的同源性达 96.6%～97.4%。基因组分析表明，该菌株总共含有 9 个 rRNA 操纵子，其中 3 个有微小的序列差异。DNA 的 G+C 含量为 37 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctagcggcgg acgggtgagt aacacgtggg taacctgcct gtaagactgg gataacttcg
61    ggaaaccgaa gctaataccg gataatattt ttggttgcat gaccgaaaat tgaaaggtgg
121   cttttagcta tcacttacag atggacccgc ggcgcattag ctagttggtg aggtaacggc
181   tcaccaaggc aacgatgcgt agccgacctg agagggtgat cggccacact gggactgaga
241   cacggcccag actcctacgg gaggcagcag tagggaatct tccgcaatgg acgaaagtct
301   gacggagcaa cgccgcgtga gtgaagaagg ttttcggatc gtaaaactct gttgttaggg
361   aagaacaagt gccgtttgaa taaggcggca ccttgacggt acctaaccag aaagccacgg
421   ctaactacgt gccagcagcc gcggtaatac gtaggtggca agcgttgtcc ggaattattg
481   ggcgtaaagc gcgcgcaggt ggttccttaa gtctgatgtg aaagcccacg gctcaaccgt
541   ggagggtcat tggaaactgg ggaacttgag tgcagaagag gaaagtggaa ttccaagtgt
601   agcggtgaaa tgcgtagaga tttggaggaa caccagtggc gaaggcgact ttctggtctg
661   taactgacac tgaggcgcga aagcgtgggg agcaaacagg attagatacc ctggtagtcc
721   acgccgtaaa cgatgagtgc taagtgttag gggtttccg ccccttagtg ctgcagctaa
781   cgcattaagc actccgcctg gggagtacgg ccgcaaggct gaaactcaaa ggaattgacg
841   gggacccgca caagcggtgg agcatgtggt ttaattcgaa gcaacgcgaa gaaccttacc
901   aggtcttgac atcctctgac aaccctagag atagggcgtt ccccttcggg ggacagagtg
961   acaggtggtg catggttgtc gtcagctcgt gtcgtgagat gttgggttaa gtcccgcaac
1021  gagcgcaacc cttgatctta gttgccatca tttagttggg cactctaaga tgactgccgg
1081  tgacaaaccg gaggaaggtg gggatgacgt caaatcatca tgccccttat gacctgggct
1141  acacacgtgc tacaatggac ggtacaaagg gcagcgaagc cgcgaggtga agccaatccc
1201  ataaaaccgt tctcagttcg gattgtaggc tgcaactcgc ctacatgaag ctggaatcgc
```

```
1261    tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc  gggtcttgta  cacaccgccc
1321    gtcacaccac  gagagtttgt  aacacccgaa  gtcggtgggg  taacctttttg  gagccagccg
1381    cctaaggtgg
```

54. *Bacillus cohnii*（科恩氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-54。*Bacillus cohnii* Spanka and Fritze，1993，sp. nov.（科恩氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**RSH = ATCC 51227 = CIP 104587 = DSM 6307 = HAMBI 2098 = IFO（now NBRC）15565 = JCM 12300 = LMG 16678。**★16S rRNA 基因序列号：**X76437。**★种名释意：***cohnii* 意为 Cohn，旨在纪念德国细菌学家 Ferdinand Julius Cohn，故其中文名称为科恩氏芽胞杆菌（N.L. gen. n. *cohnii*，of Cohn，named after the German bacteriologist Ferdinand Cohn）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 RSH^T 从马场草地上分离得到。**★形态特征：**菌株嗜碱、革兰氏阳性、杆状。芽胞椭圆形，端生、胞囊膨大。在碱性牛肉膏蛋白胨培养基上菌落呈奶白色。**★生理特性：**生长温度 10～47℃，在 5% NaCl 中可生长，但在 10% NaCl 中不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶与氧化酶为阳性。硝酸盐还原成亚硝酸盐。可水解 MUG、淀粉、马尿酸盐、支链淀粉、明胶、酪蛋白、吐温（20、40、60）；不能水解碳酰胺。苯丙氨酸脱氨酶为阴性。**★化学特性：**菌株细胞壁主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$，不饱和脂肪酸占总脂肪酸的 17%～28%。其主要极性脂为磷脂酰甘油、心磷脂、磷脂酰乙醇胺。细胞水解产物包括核糖和葡萄糖。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**基因组 DNA 的 G+C 含量为 37 mol%。菌株 RSH^T 与芽胞杆菌属的 *B. alcalophilus* DSM 485^T、*B. circulans* DSM 11^T、*B. lentus* DSM9^T、*B. pantothenticus* DSM26^T、*B. marinus* DSM 1297^T、*B. fusiformis* DSM 2898^T、*B. insolitus* DSM 5^T 和 *B. sphaericus* DSM 28^T 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 25%、10%、8%、16%、38%、15%、19%和 17%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gncgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gaacttcttt  agagcttgct
61      ctaaagaagt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctgcctg  taagactggg
121     ataacttcgg  gaaaccggag  ctaataccgg  ataatatata  gtacctcctg  gtactatatt
181     gaaagatggt  ttcggctanc  acttacagat  gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtgag
241     gtaacggctc  accaagccaa  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg
301     gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cacaatggac
361     gaaagtctga  tggagcaacg  ccgcgtgagc  gatgaaggcc  ttcgggtcgt  aaagctctgt
421     tgttagggaa  gaacaagtgc  gagagtaact  gctcgcacct  tgacggtacc  taaccagaaa
481     gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  ggtggcaagc  gttgtccgga
541     attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  ttcttaagtc  tgatgtgaaa  gcccacggct
601     caaccgtgga  gggtcattgg  aaactgggag  acttgagtgc  agaagaggag  agtggaattc
661     cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactctc
721     tggtctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg
781     gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctaa  gtgttagagg  gtttccgccc  tttagtgctg
841     cagctaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggtcg  caagactgaa  actcaaagga
901     attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa
```

```
961     ccttaccagg  tcttgacatc  ctctgccacc  tctagagata  gagcgttccc  cttcgggga
1021    cagagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc
1081    ccgcaacgag  cgcaaccctt  gttcttagtt  gccagcattc  agttgggcac  tctaaggaga
1141    ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac
1201    ctgggctaca  cacgtgctac  aatggacggt  acaaagggca  gcaaaaccgc  gaggtcgagc
1261    caatcccata  aaaccgttct  cagttcggat  tgtaggctgc  aactcgccta  catgaagccg
1321    gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg  ccttgtacac
1381    accgcccgtc  acaccacgag  agtttgtaac  acccgaagtc  ggtggggtaa  ccttttggag
1441    ccagccgcct  aaggtgggac  agatgattgg  ggtgaagtcg  taacaaggta  gccgtatcgg
1501    aaggtg
```

55. *Bacillus composti*（堆肥芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-55。*Bacillus composti* Yang et al.，2013，sp. nov.（堆肥芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SgZ-9 = CCTCC AB2012109 = KACC 16872。**★16S rRNA 基因序列号：**JX274437。**★种名释意：***composti* 为堆肥之意，故中文名称为堆肥芽胞杆菌（N.L. gen. n. *composti*，of compost。）

【种类描述】★菌株来源：菌株 SgZ-9^T 是从堆肥中分离的。**★形态特征：**菌株杆状、形成芽胞、革兰氏阳性、兼性厌氧、不运动。芽胞椭圆形或柱状，次端生或端生，胞囊不膨大。菌落淡褐色，略隆起，边缘不规则。**★生理特性：**生长 pH 为 6.0～8.0（最适 pH 为 7.0～7.5）；在 0～5%（w/v）NaCl 条件下可生长，最适为 0～1.5%；生长温度 30～60℃（最适为 50℃）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不能还原硝酸盐。不能水解酪蛋白、淀粉和明胶，可水解七叶苷。β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、明胶酶、色氨酸脱氨酶、尿素水解、V-P 反应为阴性。不产吲哚和 H_2S。可利用下列碳源：麦芽糖、衣康酸、丙二酸钠、糖原、3-羟基苯甲酸、L-丝氨酸、水杨苷、L-组氨酸、4-羟基苯甲酸和 L-脯氨酸。不能利用下列碳源：L-鼠李糖、N-乙酰葡萄糖胺、D-核糖、肌醇、蔗糖、辛二酸、乙酸钠、乳酸、L-丙氨酸、5-酮基葡萄糖酸钾、D-甘露醇、D-葡萄糖、蜜二糖、L-岩藻糖、D-山梨醇、L-阿拉伯糖、丙酸、癸酸、缬草酸、柠檬酸三钠、2-酮基葡萄糖酸钾和 3-羟基丁酸。由下列物质产酸：L-阿拉伯糖、蔗糖、D-己酮糖和 5-酮基葡萄糖酸钾。不能由下列物质产酸：甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、D-核糖、DL-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、海藻糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、苦杏仁糖、松二糖、D-来苏糖、DL-岩藻糖、DL-阿糖醇、葡萄糖酸钾或 2-酮基葡萄糖酸钾。**★化学特性：**主要醌类为 MK-7，主要脂肪酸为（含量>5%）iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45.3 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，该菌与 *Bacillus fortis* 的同源性为 97.5%。该菌与 *Bacillus fortis* 的 DNA-DNA 杂交关联度仅为 41.6%。16S rRNA 基因序列如下。

1 gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacgtg caagtcgagc ggatgaaggg gagcttgctc
61 ttcggattca gcggcggacg ggtgagtaac acgtgggcaa cctgcctgta agactgggat
121 aactccggga aaccggggct aataccggat aacttctttc ttcgcatgaa gagaggttga
181 aagacggttt atgctgtcac ttacagatgg gcccgcggcg cattagctag ttggtggggt
241 aacggcctac caaggcgacg atgcgtagcc gacctgagag ggtgatcggc cacactggga
301 ctgagacacg gcccagactc ctacgggagg cagcagtagg gaatcttccg caatggacga
361 aagtctgacg gagcaacgcc gcgtgagtga agaaggcctt cgggtcgtaa aactctgtta
421 tcagggaaga acaagcacca aagtaactgt tggtgccatg acggtacctg accagaaagc
481 cacggctaac tacgtgccag cagccgcggt aatacgtagg tggcaagcgt tgtccggaat
541 tattgggcgt aaagcgcgcg caggcggctt cttaagtctg atgtgaaagc ccacggctca
601 accgtggagg gtcattggaa actgggaggc ttgagtgcag aagaggagag cggaattcca
661 cgtgtagcgg tgaaatgcgt agagatgtgg aggaacacca gtggcgaagg cggctctctg
721 gtctgtaact gacgctgagg cgcgaaagcg tgggtagcga acaggattag ataccctggt
781 agtccacgcc gtaaacgatg agtgctaagt gttagggggt ttccgcccct tagtgctgca
841 gcaaacgcat taagcactcc gcctggggag tacggccgca aggctgaaac tcaaaggaat
901 tgacgggggc ccgcacaagc ggtggagcat gtggttwaat tcgaagcaac gcgaagaacc
961 ttaccaggtc ttgacatccc aatgaccgct ttagagatag agctttccct tcggggacat
1021 tggtgacagg tggtgcatgg ttgtcgtcag ctcgtgtcgt gagatgttgg gttaagtccc
1081 gcaacgagcg caacccttga tcttagttgc cagcattgag ttgggcactc taaggtgact
1141 gccggtgaca aaccggagga aggtggggat gacgtcaaat catcatgccc cttatgacct
1201 gggctacaca cgtgctacaa tggatggtac aaagggcagc gaaaccgcga ggtggagcga
1261 atcccataaa accattctca gttcggattg caggctgcaa ctcgcctgca tgaagccgga
1321 atcgctagta atcgcggatc agcatgccgc ggtgaatacg ttcccgggcc ttgtacacac
1381 cgcccgtcac accacgagag tttgtaacac ccgaagtcgg tggggtaacc atttggagcc
1441 agccgccgaa ggtgggacag atgattgggg tg

56. *Bacillus cytotoxicus*（细胞毒素芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-56。*Bacillus cytotoxicus* Guinebretière et al.，2013，sp. nov.（细胞毒素芽胞杆菌）。**★模式菌株：**NVH 391-98 = CIP 110041 = DSM 22905。**★16S rRNA 基因序列号：**AM747234。**★种名释意：***cytotoxicus* 中 *cyto* 为细胞之意，*toxicus* 为有毒之意，故其中文名称为细胞毒素芽胞杆菌［Gr. n. kutos，hollow，hold of a ship；N.L. pref. *cyto*-，prefix denoting pertaining to a cell；N.L. adj. *toxicus -a -um*（from L. n. *toxicum*，poison），toxic；N.L. masc. adj. *cytotoxicus*，cytotoxic，referring to cytotoxin K，an enterotoxin isolated and described from the type strain］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NVH 391-98^{T}是从法国食物中毒样本中分离的。**★形态特征：**细胞杆状（≥1.0 μm）、兼性厌氧、单生、成对、偶尔以短链状或丝状生长、形成芽胞、中生或次端生、胞囊不膨大。TSA 培养基上 37℃培养 24 h 后形成的菌落直径约 1 mm、奶油色、圆形、扁平、表面光滑，随培养时间延长而变得不光滑并出现不规则边缘。**★生理特性：**最适生长温度是 30～37℃，最高生长温度为 50℃，最低生长温度为 20℃。**★生化特性：**卵磷脂酶为阳性，甘露醇为阴性。不能水解淀粉和糖原；V-P 反应为弱阳性；API 50CH 测试结果表明所有菌株都能利用 D-葡萄糖、D-果糖、七叶苷和麦

芽糖；所有菌株都不能利用赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、L-木糖、D-核糖醇、β-甲基-木糖苷、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、α-甲基-D-甘露糖苷、蜜二糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、木糖醇、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-糖醇、2-酮基葡萄糖酸盐、5-酮基葡萄糖酸盐。API 20E 测试结果表明赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶和色氨酸脱氨酶为阴性反应；不产 H_2S 和吲哚。**★化学特性：**主要脂肪酸有 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{13:0}$。细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 NVH 391-98^T 与 *B. cereus* 群 6 个种的模式菌株的同源性为 97%～98%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 NVH 391-98^T 与 *B. subtilis* NCIB 3610^T 的 DNA-DNA 杂交关联度<1%；与 *B. cereus* ATCC 14579^T、*B. thuringiensis* ATCC 10792^T、*B. anthracis* A0488^T、*B. weihenstephanensis* WSBC 10204^T、*B. mycoides* DSM 2048^T 和 *B. pseudomycoides* DSM 12442^T 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 14.4%、14.4%、13.4%、13%～15.4%、14.7%和 20.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctcaggatga  acgctggcgg  cgtgcctaat  acatgcaagt  cgagcgaacg  gattaagagc
61    ttgctcttaa  gaagttagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  tgggtaacct  gcccataaga
121   ctgggataac  tccgggaaac  cggggctaat  accggataac  atctagcacc  gcatggtgca
181   agattgaaag  gcggcttcgg  ctgtcactta  tggatggacc  cgcgtcgcat  tagctagttg
241   gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt  gatcggccac
301   actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  tcttccgcaa
361   tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagcgatga  aggccttcgg  gtcgtaaagc
421   tctgttgtta  gggaagaaca  agtgtgagtt  gaataagctc  atgccttgac  ggtacctaac
481   cagaaagcca  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtaggtg  gcaagcgtta
541   tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggtttct  taagtctgat  gtgaaagccc
601   acggctcaac  cgtggagggt  cattggaaac  tgggagactt  gagtgcagaa  gaggagagtg
661   gaattccatg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  agatatggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg
721   actctctggt  ctgtaactga  cgctgaggcg  cgaaagcgtg  gggagcaaac  aggattagat
781   accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgag  tgctaagtgt  tagagggttt  ccgcccttta
841   gtgctgaagt  taacgcatta  agcactccgc  ctggggagta  cggccgcaag  gctgaaactc
901   aaaggaattg  acgggggccc  gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc  gaagcaacgc
961   gaagaacctt  accaggtctt  gacatcctct  gacaacccta  gagatagggc  ttccccttcg
1021  ggggcagagt  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga  tgttgggtta
1081  agtcccgcaa  cgagcgcaac  ccttgatctt  agttgccatc  attcagttgg  gcactctaag
1141  gtgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta
1201  tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatgga  cggtacaaag  agtcgcgaga  ccgcgaggtg
1261  gagctaatct  cataaaaccg  ttctcagttc  ggattgtagg  ctgcaactcg  cctacatgaa
1321  gctggaatcg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc  cgggccttgt
1381  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagtttg  taacacccga  agtcggtggg  gtaacctttt
1441  ggagccagcc  gcctaaggtg  ggacagatga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa  ggtagccgta
1501  tcggaaggtg  cggctggatc  acctcctttc  tatggagaat  agatgaacgt  tgttcatcaa
1561  tataagtttc  cgtgtttcgt  tttgttcagt  tttgagagaa  ctttctctca  agtttataca
1621  gcgtaagcag  tttgtttttt  cttgcgtttg  cgtctgaaag  tgaattccac  gatgatggat
```

1681　tcctcaccgc　atgtcagcag　agaagcagat　gcagcgcagt　aggcatgttc　tttgaaaact
1741　agataacagt　gtagctcata　ttttt

57. *Bacillus daliensis*（达里湖芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-57。*Bacillus daliensis* Zhai et al.，2012，sp. nov.（达里湖芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DLS13 = CGMCC 1.10369 = JCM 17097 = NBRC 107572。**★16S rRNA 基因序列号：**GU583651。**★种名释意：***daliensis* 意为模式菌株分离自我国内蒙古自治区达里湖，故其中文名称为达里湖芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *daliensis*，of or belonging to Dali Lake，a soda lake in China。）

【种类描述】★菌株来源：菌株 DLS13 分离自我国内蒙古自治区达里湖。**★形态特征：**菌株兼性厌氧，嗜碱，形成芽胞，菌株杆状，依靠周生鞭毛运动。**★生理特性：**生长 pH 为 7.5～11.0（最适 pH 为 9）；在 0～8%（w/v）NaCl 条件下可生长，最适为 2%；生长温度 10～45℃（最适为 30℃）。对下列抗生素敏感：氨苄西林（10 μg）、阿奇霉素（15 μg）、氯霉素（30 μg）、环丙沙星（5 μg）、红霉素（15 μg）、交沙霉素（15 μg）、卡那霉素（30 μg）、北里霉素（15 μg）、麦迪霉素（15 μg）、新霉素（30 μg）、呋喃妥因（300 μg）、苯唑青霉素（1 μg）、青霉素 G（10 U）、利福平（5 μg）、大观霉素（100 μg）、螺旋霉素（15 μg）、四环素（30 μg）、妥布霉素（10 μg）和万古霉素（30 μg）。能抗下列抗生素：细菌素（10 U）、庆大霉素（30 μg）、新生霉素（5 μg）和链霉素（10 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。产 H_2S 和吲哚。V-P 反应为阳性。能水解酪蛋白和七叶苷，但不能水解淀粉、明胶、吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80。脲酶、甲基红反应和硝酸盐还原为阴性。利用下列物质作为唯一碳源且产酸：D-葡萄糖、D-果糖、D-半乳糖、D-甘露糖、L-鼠李糖、D-木糖、D-核糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖、纤维二糖、棉籽糖、水杨苷和 D-甘露醇，甘油和菊糖能被作为唯一碳源，但不产酸。不能利用下列物质作为唯一碳源：L-阿拉伯糖、乙醇、肌醇、赤藓糖醇、半乳糖醇和山梨醇。可由 D-葡萄糖发酵产酸。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要极性脂质组成为磷脂酰甘油，二磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**基因组 DNA 的 G+C 含量的分离物为 43.9 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，菌株 $DLS13^T$ 与 *B. saliphilus* $DSM15402^T$ 的同源性为 96.9%。菌株 $DLS13^T$ 和 *B. saliphilus* $DSM15402^T$ 之间的 DNA-DNA 关联度为 38.7%±1.9%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gcagtcgagc　gcaggaaaca　ggcagaaccc　ttcgggggga　ggcctgtggg　atgagcggcg
61　gtagggtgag　taacacgtgg　gcaacctgcc　ttccagatcg　gaataacccc　gggaaaccgg
121　ggctaatgcc　gaataaccag　tcggttcgca　tgaaccggct　gtaaaagtgg　ggacttgttc
181　ctcacactgg　aagatgggcc　cgcggcgcat　tagctggttg　gtagggtagt　ggcctaccaa
241　ggcaacgatg　cgtagccgac　ctgagagggt　gatcggccac　actggaactg　agacacggtc
301　cagactccta　cgggaggcag　cagtagggaa　tcatccgcaa　tgggcgaaag　cctgacggtg
361　caacgccgcg　tgaacgatga　aggttttcgg　atcgtaaagt　tctgttatga　gggaagaaca
421　agtgccgggc　aaacaggccg　gcaccttgac　ggtacctcac　gagaaagccc　cggctaacta
481　cgtgccagca　gccgcggtaa　tacgtagggg　gcaagcgttg　tccggaatta　ttgggcgtaa

```
541   agcgcgcgca  ggcggtctcg  taagtctgat  gtgaaagccc  acggctcaac  cgtggagggt
601   cattggaaac  tgggagactt  gagtgtagga  gaggaaagtg  gaattccacg  tgtagcggtg
661   aaatgcgtag  atatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg  actttcttgg  cctacaactg
721   acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcaaa  caggattaga  taccctggta  gtccacgctg
781   taaacgatga  gtgctaggtg  ttaggggttt  cgatgccctt  agtgccgaag  ttaacacatt
841   aagcactccg  cctggggagt  acggccgcaa  ggctgaaact  caaaggaatt  gacgggggcc
901   cgcacaagca  gtggagcatg  tggtttaatt  cgacgcaacg  cgaagaacct  taccaggtct
961   tgacatcctt  tgatcgcgct  ggagacagcg  ttttcccctt  cgggggacaa  agtgacaggt
1021  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg  ttaagtcccg  caacgagcgc
1081  aacccttgac  cttagttgcc  agcattcagt  tgggcactct  aaggtgactg  ccggtgataa
1141  accggaggaa  ggtggggacg  acgtcaaatc  atcatgcccc  ttatgacctg  ggctacacac
1201  gtgctacaat  ggatggtaca  aagggaagcg  aagccgcgag  gtggagcgaa  tcccagaaag
1261  ccattctcag  ttcggattgc  aggctgcaac  tcgcctgcat  gaagccggaa  ttgctagtaa
1321  tcgcggatca  gcatgccgcg  gtgaatacgt  tcccgggcct  tgtacacacc  gcccgtcaca
1381  ccacgagagt  ttgtaacacc  cgaagtcggt  gaggtaaccc  ttttgggagc  cagccgccga
1441  aggtgggaca  gatgattggg  gtgaagt
```

58. *Bacillus daqingensis*（大庆芽胞杆菌）

【种类编号】 1-1-58。*Bacillus daqingensis* Wang et al.，2014，sp. nov.（大庆芽胞杆菌）。**★模式菌株：**X10-1 = NBRC 109404 = CGMCC 1.12295。**★16S rRNA 基因序列号：**HM598403。**★种名释意：***daqingensis* 意为模式菌株分离自我国大庆，故其中文名称为大庆芽胞杆菌（da.qing.en′sis. N.L. fem. adj. *Daqingensis*，pertaining to Daqing，north-east China，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 X10-1^T 从黑龙江省大庆市盐碱土壤中分离到。**★形态特征：**嗜碱、中度嗜盐、革兰氏阳性、需氧、菌体杆状，不运动。**★生理特性：**pH 为 7.5～11.0（最适 10.0）。菌株可在 0～16% NaCl 浓度（w/v）条件下生长（最适 3%）。对下列抗生素敏感：青霉素 G（10 IU）、卡那霉素（30 μg）、氯霉素（30 μg）、红霉素（15 μg）、氨苄西林（10 μg）、万古霉素（30 μg）和细菌素（0.04 IU）。能抗下列抗生素：新生霉素（30 μg）、四环素（30 μg）、链霉素（10 μg）、新霉素（30 μg）和庆大霉素（10 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。甲基红和 V-P 反应为阳性。不产 H_2S 和吲哚。苯丙氨酸脱氨酶为阴性。硝酸盐还原为亚硝酸盐。β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶和鸟氨酸脱羧酶为阳性，但脲酶和色氨酸脱氨酶为阴性。能水解七叶苷、酪蛋白、明胶、淀粉和卵磷脂，但不能水解吐温 20 和吐温 80。可利用下列物质作为唯一碳源和能源：葡萄糖、蔗糖、D-海藻糖、阿拉伯糖、蜜二糖、甘露醇、肌醇和苦杏仁苷。由下列物质产酸：D-葡萄糖、D-甘露醇、L-阿拉伯糖、蜜二糖和肌醇。不能由下列物质产酸：蔗糖、D-果糖或 D-山梨醇。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7，细胞脂肪酸主要有 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要极性脂质为二磷脂酰甘油，磷脂酰乙醇胺和磷脂酰甘油。**★分子特性：**基因组 DNA 的 G+C 含量为 47.7 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，X10-1^T 与 *B. saliphilus* DSM15402^T 和 *B. agaradhaerens* DSM8721^T 的同

源性分别为 97.8%和 96.2%。与它们的 DNA-DNA 杂交关联度小于 40%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     attagagttt gatcctggct caggacgaac gctggcggcg tgcctaatac atgcaagtcg
61    agcgcaggaa accggcggaa cccttcgggg ggaagccggt ggaatgagcg gcggacgggt
121   gagtaacacg tgggcaacct gcctttcaga ctgggataac cccgggaaac cggggctaat
181   accggatgac cagccggttc gcatgaaccg gctgtaaaag aggggagttt tctcctctca
241   ctgaaagatg ggcccgcggc gcattagcta gttggtaagg tagtggctta ccaaggcgac
301   gatgcgtagc cgacctgaga gggtgatcgg ccacactgga actgagacac ggtccagact
361   cctacgggag gcagcagtag ggaatcatcc gcaatgggcg aaagcctgac ggtgcaacgc
421   cgcgtgaacg acgaaggttt tcggatcgta aagttctgtt gtgagggaag aacacgtgcc
481   ggtcgaacag gccggcacct tgacggtacc tcacgagaaa gccccggcta actacgtgcc
541   agcagccgcg gtaatacgta gggggcaagc gttgtccgga attattgggc gtaaagcgcg
601   cgcaggcggt cgtgtaagtc tgatgtgaaa gcccacggct caaccgtgga gggtcattgg
661   aaactgcagg acttgagtgt aggagaggaa agtggaattc cacgtgtagc ggtgaaatgc
721   gtagatatgt ggaggaacac cagtggcgaa ggcgactttc tggcctacaa ctgacgctga
781   ggcgcgaaag cgtggggagc aaacaggatt agataccctg gtagtccacg ccgtaaacga
841   tgagtgctag gtgttagggg tttcgatgcc cttagtgccg aagttaacac attaagcact
901   ccgcctgggg agtacggccg caaggctgaa actcaaagga attgacgggg gcccgcacaa
961   gcagtggagc atgtggttta attcgacgca acgcgaagaa ccttaccagg tcttgacatc
1021  cgttgaccgc tctggagaca gagttttccc cttcggggga caacgtgaca ggtggtgcat
1081  tgttgtcgtc agctcgtgtc gtgagatgtt gggttaagtc ccgcaacgag cgcaaccctt
1141  gaccttagtt gccagcattc agttgggcac tctaaggtga ctgccggtga caaaccggag
1201  gaaggtgggg acgacgtcaa atcatcatgc cccttatgac ctgggctaca cacgtgctac
1261  aatggatggt acaaagggtg gcgaagccgc gaggtggagc gaatcccaga aagccattct
1321  cagttcggat tgcaggctgc aactcgcctg catgaagccg gaattgcgag taatcgcgga
1381  tcagcatgcc gcggtgaata cgttcccggg ccttgtacac accgcccgtc acaccacgag
1441  agtttgtaac acccgaagtc ggtgaggtaa cctttatgga gccagccgcc gaaggtggga
1501  caaatgattg gggtgaagtc gtaacaaggt atccgtaccg gaaggtgcgg ctggatcacc
1561  tccttaatc
```

59. *Bacillus decisifrondis*（腐叶芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-59。*Bacillus decisifrondis* Zhang et al.，2007，sp. nov.（腐叶芽胞杆菌）。**★模式菌株：**E5HC-32 = DSM 17725 = JCM 13601。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ465405。**★种名释意：***decisifrondis* 中 *decisus* 为腐烂之意，*frondis* 为叶子之意，故其中文名称为腐叶芽胞杆菌（L. part. adj. *decisus*，thrown off，dead，died；L. n. *frons frondis*，of/from foliage；N.L. gen. n. *decisifrondis*， from thrown off decayed foliage）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 E5HC-32^{T} 从澳大利亚昆士兰东南湿地松森林腐败的落叶层底部土壤中分离得到。**★形态特征：**菌株严格好氧，革兰氏阳性、可运动、杆状、菌体有周生鞭毛。芽胞球形、端生、胞囊膨大。**★生理特性：**菌株在 1% TSB 培养基上生长温度为 25～40℃（最适 30℃），生长 pH 为 7.1～9.1（最适 pH 为 8.4）。**★生化特性：**过氧化氢酶阳性和氧化酶阴性。能利用丙酮酸甲酯、D-半乳糖酸内酯、α-酮基丁酸、L-

脯氨酸、L-丙氨酸、尿刊酸、肌酐、尿苷、胸苷、甘油、α-环糊精、α-D-乳糖、D-阿洛酮糖、D-棉籽糖、L-鼠李糖、D-山梨醇、松二糖、顺式乌头酸、α-羟丁酸、L-丙氨酸和2-氨基乙醇。★**化学特性**：细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{17:0}$（2.63%）、anteiso-$C_{17:0}$（1.42%）、$C_{16:1\ \omega7c}$ alcohol（12.54%）、iso-$C_{15:0}$（53.52%）、anteiso-$C_{15:0}$（6.13%）、iso-$C_{16:0}$（11.27%）。★**分子特性**：DNA 的 G+C mol%含量为 41%±1%。16S rRNA 基因序列分析表明菌株 E5HC-32^T 与球形芽胞杆菌 DSM 28^T 和 *B. odysseyi* ATCC PTA-4993^T 同源性为 93%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     attagcggcg  aggggtgagt  aacacgtggg  caacctacct  tatagtttgg  gataactccg
61    ggaaaccggg  gctaatcccg  aataatttat  taccctccat  ggtaaaatat  taaaaaacgg
121   ttccggctgt  cgctataaga  tgggcccgcg  gcgcattagc  tagttggtga  ggtaacggct
181   caccaaggca  acgatgcgta  gccgacctga  gagggtgatc  ggcccacact  gggactgaga
241   cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccacaatgg  gcgaaagcct
301   gatggagcaa  cggccgcgtg  agtgaagaag  gttttcggat  cgtaaaactc  tgttgtaagg
361   gaagaacaag  tacagtagta  actggctgta  ccttgacggt  accttattag  aaagccacgg
421   ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtaggtggca  agcgttgtcc  ggaattattg
481   ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggtcctttaa  gtctgatgtg  aaagcccacg  gctcaaccgt
541   ggagggtcat  tggaaactgg  gggacttgag  tgcagaagag  gaaagtggaa  ttccaagtgt
601   agcggtgaaa  tgcgtagaga  tttggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact  ttctggtctg
661   taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc  ctggtagtcc
721   acgccgtaaa  cgatgagtgc  taagtgttag  ggggtttccg  ccccttagtg  ctgcagctaa
781   cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgg  tcgcaagact  gaaactcaaa  ggaattgacg
841   ggggcccgca  caagcggtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc
901   aaggcttgac  atgttctcga  tcgccgtaga  gatacggttt  ccccttttggg gcgggttcac
961   aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga
1021  gcgcaaccct  cgttccatgt  tgccagcacg  tcgtggtggg  gactcatggg  agactgccgg
1081  ggtcaactcg  gaggaaggtg  aggacgacgt  caaatcatca  tgccccttat  gtcttgggct
1141  tcacgcatgc  tacaatggcc  ggtacaatgg  gttgcgatac  tgtgaggtgg  agctaatccc
1201  aaaaagccgg  tctcagttcg  gattggggtc  tgcaactcga  ccccatgaag  tcggagtcgc
1261  tagtaatcgc  agatcagcaa  cgctgcggtg  aatacgttcc  cgggc
```

60. *Bacillus decolorationis*（脱色芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-60。*Bacillus decolorationis* Heyrman et al.，2003，sp. nov.（脱色芽胞杆菌）。★**模式菌株**：DSM 14890 = LMG 19507。★**16S rRNA 基因序列号**：AJ315075。★**种名释意**：*decolorationis* 为脱色之意，故其中文名称为脱色芽胞杆菌（L. gen. n. *decolorationis*，of discoloration）。

【**种类描述**】★**菌株来源**：菌株 DSM 14890^T 从西班牙卡莫纳大墓地塞尔维亚坟墓的罗马壁画和奥地利黑布施泰因城堡的圣-凯萨琳教堂的中世纪壁画上分离得到。★**形态特征**：菌株革兰氏染色易变，菌体具运动性、球杆状，成对或短链式生长。产芽胞、芽胞椭圆形或近球形、中生或端生、胞囊略膨大。在 TSA 培养基上，菌落淡黄色至米黄色、奶油状、平滑、圆形。★**生理特性**：菌株生长温度 5～40℃（最适温度 25～37℃），盐度

0%～10%（最适盐度 4%～7%）。★**生化特性：**酪蛋白水解反应阳性，硝酸盐还原成亚硝酸盐和四氧化二氮，在加入 NaCl 的条件下明胶水解反应有或无，阴性反应的有：精氨酸双水解、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸利用、产生 H_2S、脲酶、色氨酸脱氨酶、吲哚生产和 V-P 反应。ONPG 反应在无 NaCl 时为阴性，含 7% NaCl 时可变。含 7%浓度 NaCl 时，菌株可利用下列碳水化合物产酸但不产气：纤维二糖、D-果糖、异麦芽酮糖、葡萄糖、5-酮基-D-葡萄糖酸、麦芽糖、甘露糖、N-乙酰-β-D-葡萄糖胺、核糖、水杨苷、蔗糖和海藻糖。在加入或不加入 NaCl 条件下，七叶苷水解反应阳性。不能利用下列碳水化合物产酸：熊果苷、半乳糖、甘油、乳糖和甘露糖。利用下列碳水化合物不产酸：核糖醇、苦杏仁苷、D（L）-果胶糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、半乳糖醇、D（L）-海藻糖、赤藻糖醇、葡萄糖酸盐、糖原、肌醇酯、菊糖、2-酮基-D-葡萄糖酸、D-来苏糖、蜜二糖、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-木糖苷、蜜三糖、鼠李糖、山梨糖、L（D）-木糖、松三糖、淀粉、D-己酮糖、D-松二糖和木糖醇。★**化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$，分别占总脂肪酸的 68%和 11%。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.8 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明该菌与 *Bacillus pseudofirmus* DSM 8715^T 同源性为 95.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc gaaccaacga ggagcttgct
61    cctcagcggt tagcggcgga cgggtgagta acacgtgggc aacctgcctg taagactggg
121   ataactccgg gaaaccgggg ctaataccgg ataattcttt tctctgcata gaggagagat
181   aaaagatggc ttcggctatc ccttacagat gggcccgcgg cgcattagct agttggtgag
241   gtaagggctc accaaggcga cgatgcgtag ccgacctgag agggtgatcg gccacactgg
301   gactgagaca cggcccagac tcctacggga ggcagcagta gggaatcttc ggcaatggac
361   gaaagtctga ccgagcaacg ccgcgtgagc gatgaaggcc ttcgggtcgt aaagctctgt
421   tgttagggaa gaacaagtac cgttcgaata gggcggtacc ttgacggtac ctaaccagaa
481   agccacggct aactacgtgc cagcagccgc ggtaatacgt aggtggcaag cgttgtccgg
541   aattattggg cgtaaagcgc gcgcaggcgg tctcttaagt ctgatgtgaa agcccacggc
601   tcaaccgtgg agggtcattg gaaactgggg gacttgagta ctggagagga gagtggaatt
661   ccacgtgtag cggtgaaatg cgtagatatg tggaggaaca ccagtggcga aggcggctct
721   ctggccagta actgacgctg aggcgcgaaa gcgtggggag caaacaggat tagataccct
781   ggtagtccac gctgtaaacg atgagtgcta ggtgttgggg ggttccaccc tcagtgctga
841   cgttaacaca ttaagcactc cgcctgggga gtacgaccgc aaggttgaaa ctcaaaggaa
901   ttgacggggg cccgcacaag cagtggagca tgtggtttaa ttcgaagcaa cgcgaagaac
961   cttaccaggt cttgacatcc ttcgcyactt ctagagatag aaggttcccc ttcgggggac
1021  gaagtgacag gtggtgcatg gttgtcgtca gctcgtgtcg tgagatgttg ggttaagtcc
1081  cgcaacgagc gcaacccttg atcttagttg ccagcattsa gttgggcact ctaaggtgac
1141  tgccggtgac aaaccggagg aaggtgggga tgacgtcaaa tcatcatgcc ccttatgacc
1201  tgggctacac acgtgctaca atggatggta caaagggcag caaaaccgcg aggttgagcg
1261  aatcccataa agccattctc agttcggatt gcaggctgca actcgcctgc atgaagccgg
1321  aattgctagt aatcgcggat cagcatgccg cggtgaatac gttcccgggc cttgtacaca
1381  ccgcccgtca caccacgaga gtttgtaaca cccgaagtcg gtggggtaac cttttggaac
1441  cagccgccga aggtgggaca gatgattggg gtgaagtcgt aacaaggtag ccgtatcgga
1501  agg
```

61. *Bacillus deserti*（沙漠芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-61。*Bacillus deserti* Zhang et al.，2012，sp. nov.（沙漠芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ZLD-8 = CCTCC AB 207173 = KCTC 13246。**★16S rRNA 基因序列号：**GQ465041。**★种名释意：***deserti* 为沙漠之意，故其中文名称为沙漠芽胞杆菌（L. gen. n. *deserti*，of a desert）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ZLD-8^T 是从我国新疆西北部沙漠土壤样品分离的。**★形态特征：**菌株革兰氏阳性、杆状、形成芽胞、可运动。**★生理特性：**生长温度为 7～45℃，最适温度为 30℃。生长 pH 为 6.0～9.0，最适 pH 7.0。NaCl 浓度为 0～4%（w/v），最适浓度为 0～1%。对下列抗生素敏感：细菌素、氯霉素、卡那霉素、红霉素、庆大霉素、青霉素 G、链霉素、四环素和万古霉素。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐不能还原为亚硝酸盐。能水解七叶苷、酪蛋白和明胶，不能水解淀粉、纤维素、几丁质或酪氨酸。下列反应为阴性：产 H_2S 和吲哚、柠檬酸利用、V-P 反应、卵黄反应和脲酶。由下列物质产酸：D-葡萄糖、D-甘露醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷（弱）、七叶苷、D-纤维二糖和 D-麦芽糖。但不能由下列物质产酸：甘油、赤藓糖醇、DL-阿拉伯糖、D-核糖、DL-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、D-乳糖、D-蜜二糖、蔗糖、D-海藻糖、菊糖、D-松三糖、D-棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、苦杏仁糖、D-松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、DL-岩藻糖、DL-阿糖醇、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾或 5-酮基葡萄糖酸钾。API 20NE 和 ID 32GN 结果显示，不能利用下列物质作为唯一碳源：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-甘露糖、N-乙酰-β-D-葡萄糖胺、葡萄糖酸钾、麦芽糖、D-蜜二糖、蔗糖、肌醇、D-甘露醇、L-岩藻糖、L-鼠李糖、D-核糖、癸酸、己二酸、顺丁烯二酸、柠檬酸、苯乙酸、乙酸、乳酸、3-羟基丁酸、缬草酸、水杨苷、丙酸、3-羟基苯甲酸、4-羟基苯甲酸、丙二酸、衣康酸、辛二酸、2-酮基葡萄糖酸钾、5-酮基葡萄糖酸钾、D-山梨醇、糖原、L-丙氨酸、L-组氨酸、L-脯氨酸和 L-丝氨酸。API ZYM 结果表明，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶和 β-葡萄糖苷酶为阳性，但酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。**★化学特性：**细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸，主要极性脂质有二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。主要脂肪酸（>总脂肪酸的 5%）为 anteiso-$C_{15:0}$（39.56%）、iso-$C_{14:0}$（25.69%）、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol（10.13%）和 iso-$C_{15:0}$（5.27%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.1 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明该菌与 *Bacillus kribbensis* DSM 17871^T 同源性为 98.0%。该菌与最近的种类 DNA-DNA 杂交关联度小于 70%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gtgcgtgcgg  tacctataca  tgcaagtcga  gcggatggat  ggaagcttgc  ttccaaaagt
61     cagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctgcccc  taagatcggg  ataacttcgg
121    gaaaccggag  ctaataccgg  atatgattat  ttctcacatg  agagataatg  gaaagacggt
181    ttcggctgtc  acttagggat  gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtgag  gtaacggctc
241    accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca
```

```
301   cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac  gaaagtctga
361   cggagcaacg  ccgcgtgagt  gaagaaggtt  ttcggatcgt  aaaactctgt  tgttagggaa
421   gaacaagtac  catagtaact  gatggtacct  tgacggtacc  taaccagaaa  gccacggcta
481   actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  ggtggcaagc  gttgtccgga  tttattgggc
541   gtaaagcgcg  cgcaggcggt  cttttaagtc  tgatgtgaaa  gcccacggct  caaccgtgga
601   gggtcattgg  aaactgggag  acttgagtgc  agaagaggag  agtggaattc  cacgtgtagc
661   ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactctc  tggtctgtaa
721   ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  gaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg
781   ccgtaaacga  tgagtgctaa  gtgttagagg  gtttccgccc  tttagtgctg  cagctaacgc
841   attaagcact  ccgcctgggg  agtacggccg  caaggctgaa  actcaaagga  attgacgggg
901   gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg
961   tcttgacatc  ctctgacaat  cctagagata  ggacgttccc  cttcggggga  cagagtgaca
1021  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag
1081  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcattc  agttgggcac  tctaaggtga  ctgccggtga
1141  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca
1201  cacgtgctac  aatggatggt  acaaagggca  gcaaagccgc  gaggccgagc  gaatcccata
1261  aagccattct  cagttcggat  tgcaggctgc  aactcgcctg  catgaagccg  gaatcgctag
1321  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg  ccttgtacac  accgcccgtc
1381  acaccacgag  agtttgtaac  acccgaagtc  ggtggggtaa  ccttttggag  ccagccgcct
1441  aaggtgggac  agatgattgg  ggtgaagtcg  aacaaggtag  c
```

62. *Bacillus drentensis*（钻特省芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-62。*Bacillus drentensis* Heyrman et al.，2004，sp. nov.（钻特省芽胞杆菌）。★**模式菌株**：IDA1967 = R-16337 = DSM 15600 = JCM 21707 = LMG 21831 = NBRC 102427。★**16S rRNA 基因序列号**：AJ542506。★**种名释意**：*drentensis* 意为模式菌株分离自荷兰钻特省，故其中文名称为钻特省芽胞杆菌［N.L. masc. adj. *drentensis*，of Drente，referring to Drente（a province in The Netherlands）］。

【**种类描述**】★**菌株来源**：菌株 IDA1967^{T} 从荷兰钻特省的农业研究基地的土壤中分离得到。★**形态特征**：菌株革兰氏阳性或可变（24 h），兼性厌氧，能运动，圆锥杆状（直径 0.6～1.2 μm），常以单个、成对或短链排列。芽胞球形或椭球形，中生或端生，胞囊膨大；在 TSA 培养基生长的菌落较小时，边缘规则、微凸、偶尔边缘不规则变皱，菌落呈奶油色，并伴有浅棕色。★**生理特性**：最适的生长温度为 30℃，最高的生长温度是 50～55℃。最小生长 pH 为 5.5～6.0，最适生长 pH 为 7.0～8.0，最大生长 pH 为 9.5～10.0。★**生化特性**：不能水解酪蛋白。ONPG 水解为阳性，V-P 反应可变（大多数是阴性，有时弱阳性），硝酸盐还原可变。阴性反应的有：精氨酸双水解反应、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸利用率、氢气硫醚生产酶、脲酶、色氨酸脱氨酶、吲哚生产和明胶水解。七叶苷水解阳性。菌株可利用下列碳水化合物产酸、但不产气：N-乙酰 D-葡萄糖胺、D-果糖、D-葡萄糖（弱）、乳糖、麦芽糖、D-蜜二糖和水杨苷（弱）。不能利用下列碳水化合物产酸：核糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、D-纤维二糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖、L-岩藻糖、β-异麦芽酮糖、甘油、糖原、2-酮基-D-葡

萄糖酸、5-酮基-D-葡萄糖酸、D-来苏糖、D-甘露醇、肌醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-D-木糖苷、鼠李糖、山梨醇、L-山梨糖、D-己酮糖、木糖醇和木糖。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸是 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$，分别约占总脂肪酸的 32%和 22%，$C_{16:1\omega11c}$ 约占总脂肪酸的 13%。至少占 1%的脂肪酸有：iso-$C_{14:0}$、$C_{14:0}$、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:1\omega10c}$、iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{18:1\omega9c}$ 和 $C_{18:0}$。**★分子特性：**菌株 G+C 含量为 39.4 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明该菌与 *B. niacini* 同源性为 98.0%。该菌与最近的种类 DNA-DNA 杂交关联度小于 70%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      tggttagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaacctg  cctgtaagac  tgggataaca
61     ccgggaaacc  ggtgctaata  ccggataatc  cttttcctct  catgaggaaa  agctgaaagt
121    cggtttcggc  tgacacttac  agatgggccc  gcggcgcatt  agctagttgg  tgaggtaacg
181    gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca  ctgggactga
241    gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccacaat  ggacgaaagt
301    ctgatggagc  aacgccgcgt  gagcgatgaa  ggccttcggg  tcgtaaagct  ctgttgttag
361    ggaagaacaa  gtaccggagt  aactgccggt  accttgacgg  tacctaacca  gaaagccacg
421    gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtaggtggc  aagcgttgtc  cggaattatt
481    gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggtccttta  agtctgatgt  gaaagcccac  ggctcaaccg
541    tggagggtca  ttggaaactg  gggggacttga gtgcagaaga  ggaaagcgga  attccacgtg
601    tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcggc  tttctggtct
661    gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc
721    cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaagtgtta  gggggtttcc  gccccttagt  gctgcagcta
781    acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggc  tgaaactcaa  aggaattgac
841    gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac
901    caggtcttga  catcctctga  cactcctaga  gataggacgt  tccccttcgg  gggacagagt
961    gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga  tgttgggtta  agtcccgcaa
1021   cgagcgcaac  ccttgatctt  agttgccagc  atttagttgg  gcactctaag  gtgactgccg
1081   gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta  tgacctgggc
1141   tacacacgtg  ctacaatgga  tggtacaaag  ggctgcaaga  ccgcgaggtt  tagccaatcc
1201   cataaaacca  ttctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg  cctgcatgaa  gccggaatcg
1261   ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc  cgggccttgt  acacaccgcc
1321   cgtcacacca  cgagagtttg  taacacccga  agtcggtggg  gtaaccgtaa  ggagccagcc
1381   gcctaaggtg  ggacagatga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa  ggtagccgta  tcggaagg
```

63. *Bacillus eiseniae*（蚯蚓芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-63。*Bacillus eiseniae* Hong et al.，2012，sp. nov.（蚯蚓芽胞杆菌）。**★模式菌株：**A1-2 = JCM 16993 = KCCM 90092。**★16S rRNA 基因序列号：**HM035089。**★种名释意：***eiseniae* 意为模式菌株分离自赤子爱胜蚓肠道，故其中文名称为蚯蚓芽胞杆菌（N.L. gen. n. *eiseniae*，of/from *Eisenia*，isolated from *Eisenia fetida*，a species of earthworm，the source from which the type strain was isolated）。

【种类描述】**★菌株来源：**菌株 A1-2^T 是从赤子爱胜蚓肠道中分离的。**★形态特征：**菌株杆状、产芽胞、兼性好氧、周生鞭毛方式运动。**★生理特性：**最适生长温度 30℃、pH 为 7.0、NaCl 浓度 9%。对下列抗生素敏感：氨苄西林（10 μg）、黏菌素（10 μg）、

红霉素（15 μg）、庆大霉素（10 μg）、土霉素（30 μg）和链霉素（10 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。API 20E 结果表明，产 3-羟基丁酮，能利用甘露醇、肌醇、D-山梨醇、蔗糖和苦杏仁苷。下列反应为阴性：β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸利用、产 H_2S 和吲哚、脲酶、色氨酸脱氨酶和明胶酶。API 20 NE 结果表明，能水解七叶苷，硝酸盐不能还原为亚硝酸盐，不能利用 D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-甘露糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、麦芽糖、葡萄糖酸钾、癸酸、己二酸、苹果酸、柠檬酸三钠和苯乙酸。API 50CH 结果显示，能利用 D-阿拉伯糖、D-木糖、D-果糖、甘露醇、纤维二糖、麦芽糖、D-己酮糖、L-岩藻糖和 5-酮基葡萄糖酸，但不能利用甘油、赤藓糖醇、L-阿拉伯糖、核糖、L-木糖、核糖醇、甲基-β-木糖苷、半乳糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、L-山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖胺、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖、D-棉籽糖、淀粉、糖原木糖醇、β-苦杏仁糖、D-松二糖、D-来苏糖、D-岩藻糖、DL-阿糖醇、葡萄糖酸和 2-酮基葡萄糖酸。API ZYM 结果表明，萘酚-AS-BI-磷酸水解酶为阳性。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7，主要极性脂类为二磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（51.5%）和 anteiso-$C_{15:0}$（29.6%），细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.5 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明该菌与 *Bacillus drentensis* LMG 21831^T、*B. horneckiae* PT-45^T、*B. niacini* BAC 1015、*B. infantis* SMC 4352-1^T、*B. shackletonii* LMG 18435^T 同源性分别为 96.8%、96.0%、96.0%、96.4%和 96.7%。该菌与最近的种类 DNA-DNA 杂交关联度小于 38.3%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ttttagagtt  tgatcctggc  tcaggacgaa  cgctggcggc  gtgcctaata  catgcaagtc
61     gagcgaagtt  gtaaaagctt  gcttctaaaa  attagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg
121    gcaacctgcc  tgtaagactg  ggataacttc  gggaaaccgg  agctaatacc  ggataattct
181    tttcctctca  tgaggaaaag  ctgaaagatg  gtttcggcta  tcacttacag  atgggcccgc
241    ggcgcattag  ctagttggtg  aggtaacggc  tcaccaaggc  aacgatgcgt  agccgacctg
301    agagggtgat  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag
361    tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg
421    ttttcggatc  gtaaaactct  gttgttaggg  aagaacaagt  atcggagtaa  ctgccggtac
481    cttgacggta  cctaaccaga  aagccacggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
541    taggtggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggtg  gtttcttaag
601    tctgatgtga  aagccccccgg  ctcaaccggg  gagggtcatt  ggaaactggg  agacttgagt
661    gcagaagagg  aaagtggaat  tccaagtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  ttggaggaac
721    accagtggcg  aaggcgactt  tctggtctgt  aactgacact  gaggcgcgaa  agcgtgggga
781    gcgaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aagtgttagg
841    gggtttccgc  cccttagtgc  tgcagcaaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggc
901    cgcaaggctg  aaactcaaag  gaattgacgg  gggcccgcac  aagcggtgga  gcatgtggtt
961    taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcctctgaca  actctagaga
1021   tagagcgttc  cccttcgggg  gacagagtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg
1081   tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgtccttag  ttgccagcat
1141   tcagttgggc  actctaagga  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc
1201   aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatggatg  gtacaaaggg
```

```
1261    ctgcaagacc  gcgaggttta  gccaatccca  taaaaccatt  ctcagttcgg  attgcaggct
1321    gcaactcgcc  tgcatgaagc  cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa
1381    tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttgta  acacccgaag
1441    tcggtggggt  aaccgtaagg  agccagccgc  ctaaggtggg  acagatgatt  ggggtgaagt
1501    cgtacaaggg  taaccaaaa
```

64. *Bacillus enclensis*（国化室芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-64。*Bacillus enclensis* Dastager et al.，2014，sp. nov.（国化室芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SGD-1123 = CCTCC AB 2011125 = NCIM 5450。**★16S rRNA 基因序列号：**KF265350。**★种名释意：***enclensis* 是根据印度国家化学实验室的首字母缩写 NCL 而创造的词汇，故其中文名称为国化室芽胞杆菌（e.ncl.en′sis. N.L. masc. adj. *Enclensis*，arbitrary name formed from NCL，the acronym for the National Chemical laboratory，India，where taxonomic studies on this species were performed）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SGD-1123^{T} 是从印度果阿邦 Chorao 岛分离的。**★形态特征：**好氧、革兰氏阴性、菌体杆状［（0.3～0.4）μm×（1.3～4.0）μm］。依靠单根极生鞭毛运动。芽胞椭圆形，中生，胞囊膨大。营养琼脂上 30℃培养 3 d，菌落光滑，边缘整齐或略微不规则，直径 2～3 mm，略隆起，淡橙黄色。**★生理特性：**温度为 15～42℃（最适 30℃），生长 pH 为 5.0～12.0（最适 7.0～7.5）。可在 0～12%（w/v）NaCl 中生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶和脲酶为阴性。能水解七叶苷和酪蛋白，不能水解淀粉、次黄嘌呤、吐温 80、酪氨酸和黄嘌呤。由下列物质产酸：D-纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、蜜二糖、D-棉籽糖、D-核糖、蔗糖和 D-海藻糖。API 50CHB 结果表明，由下列物质产酸：七叶苷、熊果苷、赤藓糖醇、甘油、甲基-α-D-甘露糖苷、苦杏仁苷、D-阿糖醇、菊糖、N-乙酰葡萄糖胺、D-来苏糖、D-松二糖和水杨苷。但不能由下列物质产酸：D-阿拉伯糖、半乳糖醇、DL-岩藻糖、苦杏仁糖、葡萄糖酸、糖原、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、甲基-β-D-木糖苷、山梨糖、D-己酮糖、木糖醇和 L-木糖。**★化学特性：**细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸、半乳糖和阿拉伯糖；主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$；主要呼吸醌是 MK-7，主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺及一种未知磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44.6 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明该菌与 *B. aquimaris*、*B. vietnamensis*、*Bacillus marisflavi* 同源性分别为 94.5%、94.1%和 94.1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gagatcagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  tgggtaacct  gcctgtaaga  ctgggataac
61      tccgggaaac  cggggctaat  accggataat  ttagttcctc  gcatgaggaa  ctgttgaaag
121     gtggcttctc  ctacccctta  ccgaagggcc  cccggcccat  taactaattg  gggaaggaac
181     ggctccacca  gggaacgatg  cctaacccaa  ctggaagggt  ggtcggccac  cctgggactg
241     aaaaccgggc  caaaatccta  cgggagggaa  caataaggga  tcctccccca  tggaccaaag
301     tccgacggaa  ccacgccccg  tgaatgaaaa  aggtttccga  tcctaaactt  cgttggtaag
361     gaaaaccagt  tccggtccaa  ttaggcgccc  ctggcggtac  ctaacaaaag  cccggctaat
421     acgtgccgca  gcgcggtaat  agtagtggca  agcgttgtcg  gaatattggc  gtaaagcgcg
```

```
481    cgcaggtgtt   tcttagtctg   atgtgaaagc   ccacggctca   accgtggagg   gtcattggaa
541    actggggaac   ttgagtgcag   aagaggaaag   tggaattcca   agtgtagcgg   tgaaatgcgt
601    agatatttgg   aggaacacca   gtggcgaagg   cgactttctg   gtctgtaact   gacactgagg
661    cgcgaaagcg   tggggagcaa   acaggattag   ataccctggt   agtccacgcc   gtaaacgatg
721    agtgctaagt   gttagagggt   ttccgccctt   tagtgctgca   gctaacgcat   taagcactcc
781    gcctggggag   tacggtcgca   agactgaaac   tcaaaggaat   tgacgggggc   ccgcacaagc
841    ggtggagcat   gtggtttaat   tcgaagcaac   gcgaagaacc   ttaccaggtc   ttgacatcct
901    ctgacaaccc   tagagatagg   gctttcccct   tcgggggaca   gagtgacagg   tggtgcatgg
961    ttgtcgtcag   ctcgtgtcgt   gagatgttgg   gttaagtccc   gcaacgagcg   caacccttga
1021   tcttagttgc   cagcattcag   ttgggcactc   taagatgact   gccggtgaca   aaccggagga
1081   aggtggggat   gacgtcaaat   catcatgccc   cttatgacct   gggctacaca   cgtgctacaa
1141   tggacggtac   aaagggcagc   gagaccgcga   ggtttagcca   atcccataaa   accgttctca
1201   gttcggattg   caggctgcaa   ctcgcctgca   tgaagctgga   atcgctagta   atcgcggatc
1261   agcatgccgc   ggtgaatacg   ttcccgggcc   ttgtacacac   cgcccgtcac   accacgagag
1321   tttgtaacac   ccgaagtcgg   tgaggtaacc   ttttggagcc   agccgcctaa   ggtgggacag
1381   atgattgggg   tgaagtcgta   acaaggtagc   cgtatcggaa   ggtgcggctg   gaaca
```

65. *Bacillus endophyticus*（芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-65。*Bacillus endophyticus* Reva et al.，2002，sp. nov.（芽胞杆菌）。**★模式菌株：**2D = UCM B-5715 = CIP 106778 = JCM 12211。**★16S rRNA 基因序列号：**AF295302。**★种名释意：***endophyticus* 中 *endo* 为内部之意，*phyton* 为植物之意，故其中文名称为芽胞杆菌（Gr. *endo*，within；Gr. n. *phyton*，plant；L. masc. suff. *-icus*，adjectival suffix used with the sense of belonging to；N.L. adj. *endophyticus*，within plant；originally isolated from plant tissues）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 2D^T 从健康棉花的内生组织中分离得到。**★形态特征：**菌株革兰氏阳性，严格好氧，杆状。以单个或链状排列，不运动。芽胞椭球形，中生或端生，胞囊不膨大。在含 2%葡萄糖的培养基上，细胞质中有空泡。菌落圆形呈红色、粉红色或白色，整个菌落黏滑或粗糙，边缘锯齿状。**★生理特性：**生长温度是 10～45℃，最适的生长温度为 28℃。**★生化特性：**菌株过氧化氢酶和氧化酶阳性、脲酶阴性。色氨酸反应不产生吲哚，葡萄糖反应不产气，卵黄反应阴性，硝酸盐还原和 V-P 反应阴性，ONPG 水解为阳性；不能水解淀粉、凝胶和酪蛋白。水解果胶糖、D-葡萄糖、肌醇、D-甘露醇、甘露糖、蜜二糖、D-鼠李糖、核糖和蔗糖可产酸，但水解核糖醇、半乳糖、甘油、糖原、松三糖、甲基-D-葡萄糖苷、甲基-D-甘露糖、乳糖和海藻糖不产酸。水解 D-棉籽糖和 D-木糖可产酸。可利用柠檬酸钠和葡萄糖酸盐，不能利用乙酸盐、丙酸盐和酒石酸盐。精氨酸双水解反应和苯丙氨酸脱氨酶反应阴性。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{17:0}$（2.16%）、iso-$C_{14:0}$（5.59%）、$C_{16:0}$（10.83%）、anteiso-$C_{17:0}$（10.64%）、iso-$C_{15:0}$（16.09%）、anteiso-$C_{15:0}$（38.68%）、iso-$C_{16:0}$（7.76%）。**★分子特性：**系统发育分析表明菌株 2D^T 属于芽胞杆菌属，且与 *B. sporothermodurans* DSM 10599^T 亲缘关系最近，同源性为 94.8%。16S rRNA 基因序列如下。

1 ctggcggcgt gcctaataca tgcaagtcga gcggagtttt gaaaagcttg cttttcaaaa
61 cttagcggcg gacgggtgag taacacgtgg gcaacctgcc cttgagacgg ggataactcc
121 gggaaaccgg agctaatacc ggataacaca tatcttcgca tgaggatatg ttagaaggtg
181 gcttttagct accactcaag gatgggcccg cggcgcatta gctagttggt gaggtaacgg
241 ctcaccaagg cgacgatgcg tagccgacct gagagggtga tcggccacac tgggactgag
301 acacggccca gactcctacg ggaggcagca gtagggaatc ttccgcaatg gacgaaagtc
361 tgacggagca acgccgcgtg agtgatgaag gttttcggat cgtaaagctc tgttgttagg
421 gaagaacaag tacctgttaa ataagcaggt accttgacgg tacctaacca gaaagccacg
481 gctaactacg tgccagcagc cgcggtaata cgtaggtggc aagcgttgtc cggaattatt
541 gggcgtaaag cgcgcgcagg cggttcctta agtctgatgt gaaagcccac ggctcaaccg
601 tggagggtca ttggaaactg gggaacttga gtgcagaaga ggagagcgga attccacgtg
661 tagcggtgaa atgcgtagag atgtggagga acaccagtgg cgaaggcggc tctctggtct
721 gtaactgacg ctgaggcgcg aaagcgtggg gagcgaacag gattagatac cctggtagtc
781 cacgccgtaa acgatgagtg ctaagtgtta gagggtttcc gccctttagt gctgcagcaa
841 acgcattaag cactccgcct ggggagtacg gtcgcaagac tgaaactcaa aggaattgac
901 ggggacccgc acaagcggtg gagcatgtgg tttaattcga agcaacgcga agaaccttac
961 caggtcttga catcctctgc tacttctaga gatagaaggt tcccttcggg gacagagtga
1021 caggtggtgc atggttgtcg tcagctcgtg tcgtgagatg ttgggttaag tcccgcaacg
1081 agcgcaaccc ttgatcttag ttgccagcat ttagttgggc actctaaggt gactgccggt
1141 gacaaaccgg aggaaggtgg ggatgacgtc aaatcatcat gccccttatg acctgggcta
1201 cacacgtgct acaatggatg gtacaaaggg ctgcraaacc gcgaggttaa gccaatccca
1261 taaaaycatt ctcagttcgg attgtaggct gcaactcgcc tacatgaagc cggaatcgct
1321 agtaatcgcg gatcagcatg ccgcggtgaa tacgttcccg ggtcttgtac acaccgcccg
1381 tcacaccacg agagtttgta acacccgaag tcggtgaggt aaccttttgg agccagccgc
1441 cgaaggtggg acagatgatt ggggtgaagt

66. *Bacillus endoradicis*（根内芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-66。*Bacillus endoradicis* Zhang et al.，2012，sp. nov.（根内芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CCBAU 05776 = HAMBI 3097 = LMG 25492。**★16S rRNA 基因序列号：**GU434676。**★种名释意：***endoradicis* 中 *endo* 为内部之意，*radix* -icis 为根之意，故其中文名称为根内芽胞杆菌（L. praep. *endo*，in，within；L. n. *radix* -icis，a root；N.L. gen. n. *endoradicis*，of the inside of a root）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CCBAU 05776^{T} 是从健康大豆根中分离的。**★形态特征：**好氧，革兰氏阴性，菌体杆状，（0.7～0.9）μm×（1.9～2.7）μm，单独、成对排列，偶尔链状排列。芽胞椭圆形，中生或次端生，胞囊膨大。在 NA 平板上 28℃培养 2 d，菌落透明、白色、光滑，边缘略微不规则。**★生理特性：**最适生长温度 28～37℃，pH 为 7.0～8.0，NaCl 浓度 0～0.5%（w/v）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。不能水解酪蛋白和淀粉，不能利用柠檬酸，不产吲哚，V-P 反应为阴性，硝酸盐还原为阳性。Biolog GP2 结果表明，能利用 α-环糊精、糊精、N-乙酰-D-葡萄糖胺、D-果糖、α-D-葡萄糖、麦芽三糖、D-甘露糖、3-甲基葡萄糖、D-阿洛酮糖、D-核糖、水杨苷、α-酮戊二酸、L-谷氨酸、甘氨酰-L-谷氨酸、L-焦谷氨酸、腺苷酸、2′-脱氧腺苷、

肌苷、胸苷、尿苷、腺苷-5′-单磷酸和尿苷-5′-单磷酸，不能利用β-环糊精、糖原、菊糖、甘露聚糖、吐温 40、吐温 80、N-乙酰-β-D-甘露糖胺、苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、熊果苷、纤维二糖、L-岩藻糖、D-半乳糖、D-半乳糖醛酸、苦杏仁糖、D-葡萄糖酸、肌醇、α-乳糖、乳果糖、麦芽糖、D-甘露醇、松三糖、蜜二糖、甲基-α-D-半乳糖苷、甲基-β-D-半乳糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、甲基-β-D-葡萄糖苷、甲基-α-D-甘露糖苷、异麦芽酮糖、棉籽糖、L-鼠李糖、景天庚酮糖、D-山梨醇、水苏糖、蔗糖、D-己酮糖、海藻糖、松二糖、木糖醇、D-木糖、乙酸、α-羟基丁酸、β-羟基丁酸、γ-羟基丁酸、*p*-羟基苯乙酸、α-酮戊二酸、乳酰胺、D-乳酸甲酯、L-乳酸、L-苹果酸、琥珀酸单甲酯、丙酸、丙酮酸、琥珀酰胺酸、琥珀酸、N-乙酰-L-谷氨酸、L-丙酰胺、DL-丙氨酸、L-丙氨酰甘氨酸、L-天冬酰胺、L-丝氨酸、腐胺、2，3-丁醇、甘油、胸苷-5′-单磷酸、D-果糖-6-磷酸、α-D-葡萄糖-1-磷酸、D-葡萄糖-6-磷酸或 DL-α-甘油磷酸。**★化学特性：**细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸；主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（40.81%）和 $C_{16:1\omega7c}$ alcohol（10.61%）。主要呼吸醌是 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.8 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明该菌与 *Bacillus muralis* LMG 20238^T、*Bacillus simplex* NBRC 15720^T 同源性分别为 96.5%、96.3%。该菌与上述种类 DNA-DNA 杂交关联度分别为 42.4%、32.7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gtcgagcgaa  tggaagggag  cttgctccct  gaagttagcg  gcggacgggt  gagtaacacg
61    tgggcaacct  gcctataaga  ctgggataac  tccgggaaac  cggggctaat  accggatagt
121   tctttcctcc  tcatggagga  aaggggaaag  atggtttcgg  ctatcactta  tagatgggcc
181   cgcggcgcat  tagctagttg  gtaaggtaac  ggcttaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac
241   ctgagagggt  gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag
301   cagtagggaa  tcttccgcaa  tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgaacgaaga
361   aggccttcgg  gtcgtaaagt  tctgttgtta  gggaagaaca  agtatgagag  taactgctcg
421   taccttgacg  gtacctaacc  agaaagccac  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat
481   acgtaggtgg  caagcgttgt  ccggatttat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gtggtttctt
541   aagtctgatg  tgaaagccca  cggctcaacc  gtggaaggtc  attggaaact  ggggaacttg
601   agtgcagaag  aggaaagtgg  aattccaagt  gtagcggtga  aatgcgtaga  tatttggagg
661   aacaccagtg  gcgaaggcga  ctttctggtc  tgtaactgac  actgaggcgc  gaaagcgtgg
721   ggagcaaaca  ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgagt  gctaagtgtt
781   agagggtttc  cgccctttag  tgctgcagct  aacgcattaa  gcactccgcc  tggggagtac
841   ggtcgcaaga  ctgaaactca  aaggaattga  cgggggcccg  cacaagcggt  ggagcatgtg
901   gtttaattcg  aagcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg  acatcctctg  acactcctag
961   agataggacg  ttccccttcg  ggggacagag  tgacaggtgg  tgcatggttg  tcgtcagctc
1021  gtgtcgtgag  atgttgggtt  aagtcccgca  acgagcgcaa  cccttgatct  tagttgccag
1081  cattcagttg  ggcactctaa  ggtgactgcc  ggtgacaaac  cggaggaagg  tggggatgac
1141  gtcaaatcat  catgcccctt  atgacctggg  ctacacacgt  gctacaatgg  atggtacaaa
1201  gggcagcgaa  accgcgaggt  ttagccaatc  ccataaagcc  attctcagtt  cggattgtag
1261  gctgcaactc  gcctacatga  agccggaatc  gctagtaatc  gcggatcagc  atgccgcggt
1321  gaatacgttc  ccgggccttg  tacacaccgc  ccgtcacacc  acgagagttt  gtaacacccg
1381  aagtcggtgg  ggtaaccg
```

67. *Bacillus farraginis*（混料芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-67。*Bacillus farraginis* Scheldeman et al.，2004，sp. nov.（混料芽胞杆菌）。**★模式菌株：**R-6540 = MB 1885 = DSM 16013 = LMG 22081。**★16S rRNA 基因序列号：**AY443036。**★种名释意：***farraginis* 为混合饲料之意，故其中文名称为混料芽胞杆菌（L. gen. n. *farraginis*，from mixed fodder for cattle，referring to feed concentrate for dairy cattle as the principal isolation source）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 R-6540^T 从奶牛场饲料经 100℃处理 30 min 后分离获得。**★形态特征：**细胞长杆状、末端圆形、可运动、严格好氧、革兰氏阴性、单独或成对生长。细胞直径为 0.5～0.8 μm，长度为 1.2～4 μm。芽胞椭球形，中生或端生，胞囊膨大。营养琼脂上 30℃培养 3 d，菌落呈奶油色且半透明，微凸、边缘不规则且颗粒状，表面光滑。菌落直径不大于 1 mm。**★生理特性：**30℃和 45℃生长较好，20℃生长较弱，部分菌株在 pH 9 时生长，但在 pH 5 时不生长。7% NaCl 条件下生长未受到抑制。**★生化特性：**30℃条件下培养 7 d，未观察到淀粉和酪蛋白水解现象。在酪蛋白琼脂中生长差或不生长。过氧化氢酶和氧化酶阳性。利用以下物质作为唯一碳源：4-氨基丁酸、5-氨基戊酸、D-丙氨酸、L-丙氨酸、L-天冬氨酸、半乳糖醇、延胡索酸盐、D-葡萄糖胺、L-谷氨酸、戊二酸、组胺、L-组氨酸、m-羟基苯甲酸酯、3-羟基丁酸酯、2-酮戊二酸、D-苹果酸盐和 L-苹果酸盐、丙二酸盐、DL-乳酸、L-脯氨酸、腐胺、D-核糖、D-山梨醇、琥珀酸、*meso*-酒石酸、L-色氨酸和 L-酪氨酸。**★化学特性：**主要的细胞脂肪酸（>5%细胞总脂肪酸）为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:1\omega7c}$ alcohol。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.7 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明该菌与 *Bacillus lentus* 同源性为 94%。该菌与上述种类 DNA-DNA 杂交关联度小于 70%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agtggcggac  gggtgagtaa  cacgtgggca  acctgcctgt  aagaccggga  taacttgcgg
61    aaacgtgagc  taataccgga  taatttcttt  cttcgcatga  aggaaggtta  aaagacggtt
121   atgctgtcac  ttacagatgg  gcccgcggcg  cattagctag  ttggtggggt  aacggcctac
181   caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga  ctgagacacg
241   gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg  caatggacgc  aagtctgacg
301   gagcaacgcc  gcgtgagtga  agaaggcctt  cgggtcgtaa  aactctgtta  tcagggaaga
361   atccgtgccg  gagtaactgc  cggtgcgttg  acggtacctg  accagaaagc  cacggctaac
421   tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  tggcaagcgt  tgtccggaat  tattgggcgt
481   aaagcgcgcg  caggcggctt  cttaagtctg  atgtgaaagc  ccacggctca  accgtggagg
541   gtcattggaa  actgggaggc  ttgagtgcag  aagagaagag  cggaattcca  cgtgtagcgg
601   tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cggctctttg  gtctgtaact
661   gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcga  acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc
721   gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagggggt  ttccgcccct  tagtgctgca  gcaaacgcat
781   taagcactcc  gcctggggag  tacggccgca  aggctgaaac  tcaaaggaat  tgacgggggc
841   ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc
901   ttgacatccc  aatggcmgct  ttagagatag  agccttccct  tcggggacat  tggtgacagg
961   tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg
1021  caacccttga  tcttagttgc  cagcattgag  ttgggcactc  taaggtgact  gccggtgaca
```

```
1081    aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct  gggctacaca
1141    cgtgctacaa  tggatggtac  aaagggcagc  gagaccgcaa  ggtggagcga  atcccataaa
1201    accattctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca  tgaagccgga  atcgctagta
1261    atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc  ttgtacacac  cgcccgtcac
1321    accacgagag  tttgtaacac  ccgaagtcgg  tggcctaacc  gcaaggaggg  aaccgccgaa
1381    ggtgggacag  atgattgggg  tgaagtcgta  acaagg
```

68. *Bacillus fastidiosusden*（苛求芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-68。*Bacillus fastidiosusden* den Dooren de Jong，1929（苛求芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Delft = ATCC 29604 = DSM 91 = LMD 29-14 = NBRC 101226 = NCCB 29014 = NRRL NRS-1705。**★16S rRNA 基因序列号：**X60615。**★种名释意：***fastidiosus* 为苛求之意，故其中文名称为苛求芽胞杆菌（L. masc. adj. *fastidiosus*，disdainful，fastidious）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Delft^T 分离自土壤。**★形态特征：**菌株革兰氏阳性、杆状、严格好氧、形成芽胞，芽胞中生、旁生或次端生，偶尔端生，胞囊不膨大。在尿酸培养基上，菌落不透明，通常无色，但也可呈淡黄色，边缘粗糙，似发状散开或假根状。**★生理特性：**生长温度为 10～40℃，最适 pH 为 7.0～8.5。无盐情况下生长最好，但在 3.0% NaCl 条件下可良好生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶阳性。硝酸盐不还原成亚硝酸盐。可水解尿素。不能水解淀粉、凝胶和酪蛋白。在 D-葡萄糖和其他碳源条件下不产酸和气。不可利用柠檬酸盐和丙酸盐。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 34.3 mol%～35.1 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gagagtttga  tcctggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctcatacat  gcaagtcgaa
61      cgaacagatg  ggagctggct  ccctgatgtt  agtggcggac  gggtgagtaa  cacgtgggta
121     acctgcctgt  aagattggga  taacttcggg  aaaccgaagc  taataccgga  taatatgaga
181     aaccgcatgg  tttcttattg  aaagatggtt  tcggctatca  cttacagatg  gacccgcggc
241     gcattagcta  gttggtgagg  taacggctca  ccaaggcaac  gatgcgtagc  cgacctgaga
301     gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag
361     ggaatcttcc  gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagcg  aagaaggctt
421     cgggtcgtaa  agctctgttg  ttagggaaga  acaagtaccg  gagtaactgg  ccggntcctt
481     gacggtacct  naccagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag
541     gtggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggtt  tcttaagtct
601     natgtgaaag  cccacggctc  aaccgtngag  ggtcattgga  aactgggaaa  cttnagtgca
661     gaagaggaaa  gtggaattcc  acgtgtagcg  gtnaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc
721     agtggcgaag  gcgactttct  ggtctgtaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc  ntggggagcg
781     aacaggatta  gataccctgg  tagtccatgc  cgtaaacgat  gagtgctaag  tgttagaggg
841     tttccgccct  ttagtgctgc  actaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggtcgca
901     agactgaaac  tcaaaggaat  tgacgggggc  cgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt
961     cgaagcaacg  cgaagaacct  taccaggtct  tgacatcctc  tgccactcct  agagatagga
1021    cgtttcttcg  gggaacagag  tgacaggtgt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga
1081    tgttgggtta  agtcccgcaa  cgagcgcaac  ccttgatctt  agttgccagc  attcagttgg
```

```
1141   gcactctaag   gtgactgccg   gtgacaaacc   ggaggaaggt   ggggatgacg   tcaaatcatc
1201   atgcccctta   tgacctgggc   tacacacgtg   ctacaatgga   tggtacaaag   ggctgcgaga
1261   ctgcgaagtc   aagcgaatcc   cataaaacca   ttctcagttc   ggattgcagg   ctgcaactcg
1321   cctgcatgaa   gccggaatcg   ctagtaatcg   tggatcagca   tgccacggtg   aatacgttcc
1381   cgggccttgt   acacaccgcc   cgtcacacca   cgagagtttg   taacaccc
```

69. *Bacillus fengqiuensis*（封丘芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-69。*Bacillus fengqiuensis* Zhao et al.，2014，sp. nov.（封丘芽胞杆菌）。**★模式菌株：**NPK15 = DSM 26745 = CCTCC AB 2013156。**★16S rRNA 基因序列号：**KC291653。**★种名释意：***fengqiuensis* 意为模式菌株分离自我国河南封丘，故其中文名称为封丘芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *fengqiuensis*，referring to Fengqiu city，Henan Province，PR China，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NPK15^{T}是从我国河南封丘的一块长期施用氮磷钾肥的典型沙质壤土中分离的。**★形态特征：**革兰氏阳性，中度嗜碱细菌，菌株圆杆状，（1.2～1.9）μm×（3.5～4.8）μm，依靠侧生鞭毛运动，形成芽胞，芽胞椭圆形，中生或次端生，胞囊膨大。菌落无光，圆形至不规则略隆起、边缘毛状、灰白色。**★生理特性：**适生长温度 20～45℃（最适 37℃）、pH 为 7.0～11.0（最适 8.5）、NaCl 浓度 0～2%（w/v）。对下列抗生素敏感：氨苄西林（10 μg）、利福平（5 μg）、链霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、庆大霉素（10 μg）、四环素（30 μg）、氯霉素（5 μg）、红霉素（15 μg）和多黏菌素 B（300 U）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。不水解淀粉和吐温 80。API 20E 结果显示，不能水解 ONPG，色氨酸脱氨酶和 V-P 反应为阳性。API 50CH 结果表明，不能水解七叶苷。由下列物质产酸但不产气：甘油、赤藓糖醇、DL-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-葡萄糖、D-果糖、肌醇、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖和棉籽糖。由下列物质产酸活性弱：D-半乳糖、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、乳糖、松二糖、D-来苏糖、DL-岩藻糖、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾、2-酮基-D-葡萄糖酸和 5-酮基-D-葡萄糖酸。由下列物质产酸：L-木糖、D-核糖醇、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、七叶苷、柠檬酸铁、纤维二糖、蜜二糖、淀粉、糖原、木糖醇、苦杏仁糖、D-己酮糖和 D-阿糖醇。API ZYM 结果表明，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶和 α-葡萄糖苷酶为阳性，酸性磷酸酶和 α-胰凝乳蛋白酶为弱阳性，但酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。**★化学特性：**细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸，细胞壁的糖是木糖、葡萄糖和甘露糖。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 $C_{16:1ω6c}$/$C_{16:1ω7c}$。主要呼吸醌是 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45.5 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明该菌与 *Bacillus thaonhiensis* KACC 17216^T、*B. songklensis* KCTC 13881^T、*B. abyssalis* CCTCC AB 2012074^T 同源性分别为 99.59%、99.52%、99.00%。该菌与 *B. thaonhiensis* KACC 17216^T、*B. songklensis* KCTC 13881^T、*B. abyssalis* CCTCC AB

2012074T 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 51.2%、39.7%、35.4%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc	ggacagatgg	gagcttgctc
61	cctgaagtca	gcggcggacg	ggtgagtaac	acgtgggcaa	cctgcctgta	agactgggat
121	aacttcggga	aaccggagct	aataccggat	aacaccgagg	acctcatggt	ccttggttga
181	aagatggctt	cggctatcac	ttacagatgg	gcccgcggcg	cattagctag	ttggtgaggt
241	aacggctcac	caaggcgacg	atgcgtagcc	gacctgagag	ggtgatcggc	cacactggga
301	ctgagacacg	gcccagactc	ctacgggagg	cagcagtagg	gaatcttccg	caatggacga
361	aagtctgacg	gagcaacgcc	gcgtgagcga	tgaaggcctt	cgggtcgtaa	agctctgttg
421	ttagggaaga	acaagtaccg	ttcgaatagg	gcggtacctt	gacggtacct	aaccagaaag
481	ccacggctaa	ctacgtgcca	gcagccgcgg	taatacgtag	gtggcaagcg	ttgtccggga
541	attattgggc	gtaaagcgcg	cgcaggcggt	tccttaagtc	tgatgtgaaa	gcccacggct
601	caaccgtgga	gggtcattgg	aaactgggga	acttgagtgc	agaagaggaa	agcggatttc
661	cacgtgtagc	ggtgaaatgc	gtagagatgt	ggaggaacac	cagtggcgaa	ggcggctttc
721	tggtctgtaa	ctgacgctga	ggcgcgaaag	cgtggggagc	aaacaggatt	agataccctg
781	gtagtccacg	ccgtaaacga	tgagtgctaa	gtgttagggg	gtttccgccc	cttagtgctg
841	cagctaacgc	attaagcact	ccgcctgggg	agtacggccg	caaggctgaa	actcaaagga
901	attgacgggg	gcccgcacaa	gcggtggagc	atgtggttta	attcgaagca	acgcgaagaa
961	ccttaccagg	tcttgacatc	ctctgacaac	tctagagata	gagcgttccc	cttcggggga
1021	cagagtgaca	ggtggtgcat	ggttgtcggc	agctcgtgtc	gtgagatgtt	gggttaagtc
1081	ccgcaacgag	cgcaaccctt	gatcttagtt	gccagcattc	agttgggcac	tctaaggtga
1141	ctgccggtga	caaaccggag	gaaggtgggg	atgacgtcaa	atcatcatgc	cccttatgac
1201	ctgggctaca	cacgtgctac	aatggacggt	acaaagagtc	gcgagaccgc	gaggtggagc
1261	taatctcata	aaaccgttct	cagttcggat	tgcaggctgc	aactcgcctg	catgaagccg
1321	gaatcgctag	taatcgcgga	tcagcatgcc	gcggtgaata	cgttcccggg	ccttgtacac
1381	accgcccgtc	acaccacgag	agtttgcaac	acccgaagtc	ggtgaggtaa	ccgtaaggag
1441	ccagccgcct	aaggtggggt	agatgattgg	ggtg		

70. *Bacillus filamentosus*（丝状芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-70。*Bacillus filamentosus* Sonalkar et al.，2014，sp. nov.（丝状芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SGD-14 = NCIM 5491 = DSM 27955。**★16S rRNA 基因序列号：**KF265351。**★种名释意：***filamentosus* 为丝状之意，故其中文名称为丝状芽胞杆菌（fi.la.men.to′sus. N.L. masc. adj. *filamentosus*，thread-like）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SGD-14T 从印度果阿省海洋沉积物样品中分离得到。**★形态特征：**细胞杆状［（0.7～0.8）μm×（4.0～4.4）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、长丝状生长、不运动，形成芽胞、椭圆形、端生、胞囊膨大。菌落直径约（1.5±3）mm、浅橘色、黏滑、有锯齿状边缘。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 20～45℃、7.0～10.0 和 0～7%；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30℃、7.0～7.5 和 0～5%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性；脲酶为阴性；利用色氨酸不产 H_2S；利用葡萄糖不产气；V-P 和 ONPG 反应为阴性；不能还原硝酸盐。利用下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、葡萄糖、甘露醇、蜜二糖、棉籽糖、鼠李糖、山梨醇、海藻糖和木糖。利

用下列化合物不产酸：核糖醇、阿糖醇、赤藓糖醇、半乳糖、甘露糖、肌醇、菊糖、松三糖、甲基-α-D-葡糖苷、甲基-α-D-甘露糖苷、乳糖、蔗糖和木糖醇。能利用柠檬酸钠；不能利用葡萄糖酸钠和丙二酸钠；精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和苯丙氨酸脱氨酶为阴性反应。★**化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7；主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{14:0}$。极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.6 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明：菌株 SGD-14^{T} 与 *B. endophyticus* 的同源性为 99.5%，与其他 *Bacillus* 模式菌株的同源性低于 96%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 SGD-14^{T} 与 *B. endophyticus* CIP106778^{T} 的关联度为 39.0%±3.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgaaaagctt  gcttttcaaa  tcttagcggc  ggcacgggtg  agtaacacgt  gggcaacctg
61    cccttgagac  ggggataact  ccgggaaacc  ggagctaata  ccggataaca  catatcttcg
121   catgaggata  tgttagaagg  tggcttttag  ctaccactca  aggatgggcc  cgcggcgcat
181   tagctagttg  gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
241   gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa
301   tcttccgcaa  tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgatga  aggttttcgg
361   atcgtaaagc  tctgttgtta  gggaagaaca  agtacctgtt  aaataagcag  gtaccttgac
421   ggtacctaac  cagaaagcca  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtaggtg
481   gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggttcct  taagtctgat
541   gtgaaagccc  acggctcaac  cgtggagggt  cattggaaac  tggggaactt  gagtgcagaa
601   gaggagagcg  gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  agatgtggag  gaacaccagt
661   ggcgaaggcg  gctctctggt  ctgtaactga  cgctgaggcg  cgaaagcgtg  gggagcgaac
721   aggattagat  accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgag  tgctaagtgt  tagagggttt
781   ccgcccttta  gtgctgcagc  aaacgcatta  agcactccgc  ctggggagta  cggtcgcaag
841   actgaaactc  aaaggaattg  acgggggccc  gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc
901   gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt  gacatcctct  gctacttcta  gagatagaag
961   gttcccttcg  gggacagagt  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga
1021  tgttgggtta  agtcccgcaa  cgagcgcaac  ccttgatctt  agttgccagc  attcagttgg
1081  gcactctaag  gtgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg  tcaaatcatc
1141  atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatgga  tggtacaaag  ggctgcaaaa
1201  ccgtgaggtc  gagccaatcc  cataaaacca  ttctcagttc  ggattgtagg  ctgcaactcg
1261  cctacatgaa  gccggaatcg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc
1321  cgggtcttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagtttg  taacacccga  agtcggtgag
1381  gtaacctttt  ggagccagcc  gc
```

71. *Bacillus firmus*（坚强芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-71。*Bacillus firmus* Bredemann and Werner，1933（坚强芽胞杆菌）。★**模式菌株：**ATCC 14575 = CCM 2213 = BCRC（formerly CCRC）11730 = CCUG 7418 = CIP 52.70 = DSM 12 = HAMBI 1886 = IAM 12464 = IFO（now NBRC）15306 = JCM 2512 = LMG 7125 = NCAIM B.01087 = NCCB 48015 = NCIMB 9366 = NCTC 10335 = NRRL B-14307 = NRRL NRS-613 = VKM B-498。★**16S rRNA 基因序列号：**D16268。★**种名释意：***firmus* 为坚强之意，故其中文名称为坚强芽胞杆菌（L. masc. adj. *firmus*，strong，firm）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 ATCC14575^T 分离自土壤。★**形态特征：**菌株革兰氏阳性、兼性好氧菌、圆杆状，直径 0.8～0.9 μm，菌体单个、成对或链状排列，可运动，形成芽胞，芽胞圆柱形或椭圆形，中生、旁生或次端生，胞囊略膨大。在 TSA 培养基上培养 3 d，菌落直径 1～12 mm，乳黄色或浅褐色。边缘整齐至假根状，表面蛋壳状至光滑，有时在中间呈颗粒状或束状。★**生理特性：**最适生长温度为 30～40℃，最适 pH 为 7.0～9.0。在 5.0% NaCl 条件下可良好生长。★**生化特性：**过氧化氢酶为阳性。水解酪蛋白的活性弱，可水解淀粉（强度因菌株而异），不能利用柠檬酸盐和丙酸盐。API 20E 结果显示，明胶被部分或不完全水解，硝酸盐被完全或部分还原，不能水解 ONPG，精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶和鸟氨酸脱羧酶为阴性，不能利用柠檬酸，不产吲哚，V-P 反应为阴性。API 50CH 结果表明，七叶苷水解活性可变，由下列碳源产酸但不产气：D-葡萄糖、麦芽糖、甘露醇、淀粉和蔗糖。API Biotype 100 结果表明，可利用下列物质作为唯一碳源：DL-丙氨酸、D-葡萄糖酸、D-葡萄糖胺、α-D-葡萄糖、L-谷氨酸、甘油、2-酮戊二酸、DL-乳酸、L-苹果酸、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露醇、N-乙酰-D-葡萄糖胺、L-脯氨酸、蔗糖、L-丝氨酸、琥珀酸和 D-海藻糖。模式菌株和一些菌株可由甘油、N-乙酰葡萄糖胺和 D-海藻糖产酸。根据利用其他碳水化合物产酸和作为唯一碳源的能力，可以分为两类生物型（biovar）。biovar 1 含有了模式菌株，由上述碳源产酸活性强，还可由 D-果糖和糖原产酸，biovar 2 可由 D-木糖产酸。只有 Biovar 2 菌株能利用顺式乌头酸、柠檬酸、β-D-果糖、DL-甘油酸、2-酮基-D-葡萄糖酸、甘露醇、3-甲基-D-吡喃葡萄糖、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、均丙三羧酸、葫芦巴碱、L-色氨酸和 D-木糖。模式菌株可利用 L-组氨酸和 3-羟基丁酸。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.4 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggacggatgg  gagcttgctc
61      acacgtcagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggcaacc  tgcctgtaag  actgggataa
121     ctccgggaaa  ccggggctaa  taccggataa  tgcttttcct  cgcatgagga  aaagctgaaa
181     gatggcatct  cgctatcact  tacagatggg  cccgcggcgc  attagctagt  tggtgaggta
241     acggctcacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg  gtgatcggcc  acactgggac
301     tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttccgc  aatggacgaa
361     agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgagtgat  gaaggttttc  ggatcgtaaa  actctgttgt
421     cagggaagaa  caagtaccgg  agtaactgcc  ggtaccttga  cggtacctga  ccagaaagcc
481     acggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggt  ggcaagcgtt  gtccggaatt
541     attgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggttcc  ttaagtctga  tgtgaaagcc  cccggctcaa
601     ccggggaggg  tcattggaaa  ctggggaact  tgagtgcaga  agagaagagt  ggaattccac
661     gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc  gactctttgg
721     tctgtaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcaaa  caggattaga  taccctggta
781     gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaagtg  ttagagggtt  tccgcccttt  agtgctgcag
841     caaacgcatt  aagcactccg  cctggggagt  acggccgcaa  ggctgaaact  caaaggaatt
901     gacgggggcc  cgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt  cgaagcaacg  cgaagaacct
961     taccaggtct  tgacatctcc  tgacaaccct  agagataggg  cgttcccctt  cgggggacag
1021    gatgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg  ttaagtcccg
1081    caacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc  agcattcagt  tgggcactct  aaggtgactg
1141    ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccc  ttatgacctg
```

1201	ggctacacac	gtgctacaat	ggatggtaca	aagggctgca	agaccgcgag	gttaagcgaa
1261	tcccataaaa	ccattctcag	ttcggattgc	aggctgcaac	tcgcctgcat	gaagccggaa
1321	tcgctagtaa	tcgcggatca	gcatgccgcg	gtgaatacgt	tcccgggcct	tgtacacacc
1381	gcccgtcaca	ccacgagagt	ttgtaacacc	cgaagtcggt	ggggtaacct	tttggagcca
1441	gccgcctaag	gtgggacaga	tgattggggt	gaagtcgtaa	caa	

72. *Bacillus flexus*（弯曲芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-72。*Bacillus flexus*（ex Batchelor，1919）Priest et al.，1989，sp. nov.，nom. rev.（弯曲芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ATCC 49095 = DSM 1320 = CCUG 28525 = CIP 106928 = HAMBI 2080 = IFO（now NBRC）15715= JCM 12301 = LMG 11155 = NRRL NRS-665。**★16S rRNA 基因序列号：**AB021185。**★种名释意：***flexus* 为易弯曲之意，故其中文名称为弯曲芽胞杆菌（L. masc. adj. *flexus*，flexible）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ATCC 49095^{T} 分离自土壤。**表型特征：**革兰氏染色可变，严格好氧，圆杆状，形成芽胞，芽胞圆柱形或椭圆形，中生或旁生，胞囊不膨大。单菌落乳白色，同心圆状，不透明，湿润光亮，时间一长就会出现表面粗糙，生长后期一般带黄色，长时间培养生长物可变成褐色。**★生理特性：**最适生长温度为 17～37℃，最适 pH 为 4.5～9.5，在 10.0% NaCl 条件下可良好生长。**★生化特性：**氧化酶阳性。硝酸盐不还原成亚硝酸盐。可水解尿素、淀粉、支链淀粉、凝胶和酪蛋白。在 D-葡萄糖和其他碳源条件下不产酸和气。在戊糖中不产酸。可利用乙酸盐、柠檬酸盐、甲酸盐、琥珀酸盐。不可利用葡萄糖酸盐、乳酸盐和丙二酸盐。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35.0 mol%。菌株 16S rRNA 基因序列如下。

1	gatcctggct	caggatgaac	gctggcggcg	tgcctaatac	atgcaagtcg	agcgaactga
61	ttagaagctt	gcttctatga	cgttagcggc	ggacgggtga	gtaacacgtg	ggcaacctgc
121	ctgtaagact	gggataactc	cgggaaaccg	gagctaatac	cggataacat	tttctcttgc
181	ataagagaaa	attgaaagat	ggtttcggct	atcacttaca	gatgggcccg	cggtgcatta
241	gctagttggt	gaggtaacgg	ctcaccaagg	caacgatgca	tagccgacct	gagagggtga
301	tcggccacac	tgggactgag	acacggccca	gactcctacg	ggaggcagca	gtagggaatc
361	ttccgcaatg	gacgaaagtc	tgacggagca	acgccgcgtg	agtgatgaag	gctttcgggt
421	cgtaaaactc	tgttgttagg	gaagaacaag	tacaagagta	actgcttgta	ccttgacggt
481	acctaaccag	aaagccacgg	ctaactacgt	gccagcagcc	gcggtaatac	gtaggtggca
541	agcgttatcc	ggaattattg	ggcgtaaagc	gcgcgcaggc	ggtttcttaa	gtctgatgtg
601	aaagcccacg	gctcaaccgt	ggagggtcat	tggaaactgg	ggaacttgag	tgcagaagag
661	aaaagcggaa	ttccacgtgt	agcggtgaaa	tgcgtagaga	tgtggaggaa	caccagtggc
721	gaaggcggct	ttttggtctg	taactgacgc	tgaggcgcga	aagcgtgggg	agcaaacagg
781	attagatacc	ctggtagtcc	acgccgtaaa	cgatgagtgc	taagtgttag	agggtttccg
841	ccctttagtg	ctgcagctaa	cgcattaagc	actccgcctg	gggagtacgg	tcgcaagact
901	gaaactcaaa	ggaattgacg	ggggcccgca	caagcggtgg	agcatgtggt	ttaattcgaa
961	gcaacgcgaa	gaaccttacc	aggtcttgac	atcctctgac	aactctagag	atagagcgtt
1021	ccccttcggg	ggacagagtg	acaggtggtg	catggttgtc	gtcagctcgt	gtcgtgagat
1081	gttgggttaa	gtcccgcaac	gagcgcaacc	cttgatctta	gttgccagca	tttagttggg
1141	cactctaagg	tgactgccgg	tgacaaaccg	gaggaaggtg	gggatgacgt	caaatcatca

1201	tgcccttat	gacctgggct	acacacgtgc	tacaatggat	ggtacaaagg	gctgcaagac
1261	cgcgaggtca	agccaatccc	ataaaaccat	tctcagttcg	gattgtaggc	tgcaactcgc
1321	ctacatgaag	ctggaatcgc	tagtaatcgc	ggatcagcat	gccgcggtga	atacgttccc
1381	gggccttgta	cacaccgccc	gtcacaccac	gagagtttgt	aacacccgaa	gtcggtgggg
1441	taacctttat	ggagccagcc	gcctaaggtg	ggacagatga	ttggggtgaa	gtcgtaacaa
1501	ggtagccgta	tcggaaggtg	cggctggat			

73. *Bacillus foraminis*（小孔芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-73。*Bacillus foraminis* Tiago et al.，2006，sp. nov.（小孔芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CV53 = CIP 108889 = LMG 23174。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ717382。**★种名释意：***foraminis* 为孔洞之意，故其中文名称为小孔芽胞杆菌（L. n. *foramen -inis*，a hole；L. gen. n. *foraminis*，from a hole）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CV53^T 分离自高度碱性（pH 11.4）的无盐地下水环境。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，杆状［1 μm×（2.4～3.9）μm］，不形成芽胞，于 80 ℃条件下 8 min 被杀灭。菌落小，光滑，凸起，灰色。**★生理特性：**最适生长温度为 40 ℃，最适 pH 为 7.0～8.5。无盐情况下生长最好，但在 3.0% NaCl 条件下可良好生长。对羟氨苄青霉素、先锋霉素、氯霉素、多西环素、氧氟沙星、青霉素 G、链霉素和四环素敏感。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阴性。不能水解酪蛋白或弹性蛋白，能水解七叶苷、马尿酸、淀粉、明胶和熊果苷。脲酶、β-半乳糖苷酶和 DNA 酶为阳性，木糖酶和精氨酸双水解酶为阴性。能利用阿拉伯糖、木糖、甲基-β-木糖苷、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、鼠李糖、肌醇、甘露醇、山梨醇、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蔗糖、海藻糖、松三糖、棉籽糖、β-苦杏仁糖、松二糖、葡萄糖酸和 2-酮基葡萄糖酸。由下列物质产酸：甘油、阿拉伯糖、核糖、木糖、甲基-β-D-木糖苷、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、鼠李糖、肌醇、甘露醇、山梨醇、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、β-苦杏仁糖、松二糖、葡萄糖酸和 2-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7，肽聚糖类型为 A1γ，主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$（29.7%）、iso-$C_{15:0}$（29.7%）和 anteiso-$C_{17:0}$（10.6%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.1 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明，该菌株与模式菌株 *B. jeotgali* 的亲缘关系最近。16S rRNA 基因序列如下。

1	tgatcctggc	tcaggacgaa	cgctggcggc	gtgcctaata	catgcaagtc	gagcgaatcg
61	gagggagctt	gctcccaaag	attagcggcg	gacgggtgag	taacacgtgg	gcaacctgcc
121	tgtaagactg	ggataacttc	gggaaaccgg	agctaatacc	ggataatcct	tttcctcaca
181	tgagggaaag	ctgaaagacg	gtttcggctg	tcacttacag	atgggcccgc	ggcgcattag
241	ctagttggtg	aggtaacggc	tcaccaaggc	gacgatgcgt	agccgacctg	agagggtgat
301	cggccacact	gggactgaga	cacggcccag	actcctacgg	gaggcagcag	tagggaatct
361	tccgcaatgg	acgaaagtct	gacggagcaa	cgccgcgtga	gcgaagaagg	ccttcgggtc
421	gtaaagctct	gttgtcaggg	aagaacaagt	gccggagtaa	ctgccggcac	cttgacggta
481	cctgaccaga	aagccacggc	taactacgtg	ccagcagccg	cggtaatacg	taggtggcaa
541	gcgttgtccg	gaattattgg	gcgtaaagcg	cgcgcaggcg	gtcctttaag	tctgatgtga

```
601   aagcccacgg  ctcaaccgtg  gagggtcatt  ggaaactggg  ggacttgagt  gcagaagagg
661   agagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac  accagtggcg
721   aaggcgactc  tctggtctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcgaacagga
781   ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aagtgttaga  gggtttccgc
841   cctttagtgc  tgcagcaaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggc  cgcaaggctg
901   aaactcaaag  gaattgacgg  gggcccgcac  aagcggtgga  gcatgtggtt  taattcgaag
961   caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcctctgaca  accctagaga  tagggcgttc
1021  cccttcgggg  gacagagtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg
1081  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcat  tcagttgggc
1141  actctaaggt  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat
1201  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatggata  gaacaaaggg  cagcgaagcc
1261  gcgaggtgaa  gccaatccca  taaatctatt  ctcagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc
1321  tgcatgaagc  cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg
1381  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttgta  acacccgaag  tcggtggggt
1441  aacctttatg  gggccagccg  cctaaggtgg  gacagatgat  tggggtgaag  tcgtaacaag
1501  gtagccgtat  cggaaggtgc  ggctggatca  cctc
```

74. *Bacillus fordii*（福氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-74。*Bacillus fordii* Scheldeman et al.，2004，sp. nov.（福氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**R-7190 = MB 1878 = DSM 16014 = LMG 22080。**★16S rRNA 基因序列号：**AY443039。**★种名释意：***fordii* 意为 Ford，旨在纪念美国微生物学家 W. W. Ford，故其中文名称为福氏芽胞杆菌（N.L. gen. n. *fordii*，of Ford，named after W. W. Ford，an American microbiologist working on aerobic spore-forming bacteria at the beginning of the twentieth century）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 R-7190^{T} 从奶牛场饲料经 100℃处理 30 min 后分离获得。**★形态特征：**菌体长直杆状、圆端、可运动、严格好氧、革兰氏阴性、单生或成对生长。细胞宽为 0.6～0.8 μm，长为 1.0～3.5 μm。芽胞椭圆形、中生或次端生，胞囊略膨大。营养琼脂培养基上 30℃培养 3 d 生长的菌落呈奶油色、凸起、边缘整齐、光滑、表面亮泽，直径最大为 2 mm。**★生理特性：**30℃和 45℃生长较好，20℃生长较弱。在 pH 9 时生长。7%（w/v）NaCl 时生长不受抑制。**★生化特性：**30℃条件下培养 7 d，未观察到淀粉和酪蛋白水解现象。酪蛋白琼脂上生长的菌显淡淡的粉红色。过氧化氢酶和氧化酶阳性。在下列物质中能较好生长：L-组氨酸、2-酮戊二酸、戊二酸、DL-乳酸、5-氨基戊酸和 L-色氨酸。在下列物质中生长很弱或不生长：核糖醇、L-丙氨酸、L-阿拉伯糖、L-阿糖醇、苯甲酸盐、延胡索酸盐、D-半乳糖醛、D-葡萄糖酸、D-葡萄糖、组胺、3-羟基丁酸酯、D-来苏糖、D-苹果酸、α-半乳糖苷、甲基 β-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰-D-葡萄糖胺、苯乙酸盐、丙酸盐、腐胺、D-棉籽糖、D-核糖、D-蔗糖、L-山梨糖、琥珀酸盐、D-己酮糖、L-酒石酸盐、均丙三羧酸、葫芦巴碱和 D-木糖。下列物质不被用作唯一碳源：顺式-乌头酸和反式-乌头酸、D-丙氨酸、γ-氨基丁酸、D-阿糖醇、L-天冬氨酸、甜菜碱、癸酸盐、辛酸盐、D-纤维二糖、柠檬酸盐、m-香豆酸、半乳糖醇、β-D-果糖、赤藓糖醇、α-L-岩藻糖、D-半乳糖、β-异麦芽酮糖、L-谷氨酸、甘油、m-羟基苯甲酸酯、肌醇、衣

康酸、α-乳糖、乳果糖、L-苹果酸、麦芽糖醇、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露醇、D-甘露糖、α-D-蜜二糖、D-松三糖、甲基 β-吡喃半乳糖苷、3-甲基-D-吡喃葡萄糖苷、甲基 α-D-吡喃葡萄糖苷、异麦芽酮糖、半乳糖二酸盐、3-苯丙酸、L-脯氨酸、α-L-鼠李糖、蔗糖、L-丝氨酸、D-山梨醇、D-酒石酸、色胺、D-海藻糖、D-松二糖、木糖醇等。能利用下列物质（但部分结果可变）：七叶苷、5-氨基戊酸、L-阿拉伯糖、苯甲酸盐、乙醇胺、D-半乳糖醛龙胆酸、D-葡萄糖醛酸、戊二酸、DL-甘油酸、组胺、p-羟基苯甲酸酯、3-羟基丁酸酯、羟基喹啉-β-葡萄糖醛酸、2-酮基-D-葡萄糖酸和 5-酮基-D-葡萄糖酸、2-酮戊二酸、DL-乳酸、D-来苏糖、N-乙酰基-D-葡萄糖胺、苯乙酸盐、奎尼酸、茶多酚、腐胺、D-棉籽糖、*meso*-酒石酸、L-色氨酸和 D-木糖。★**化学特性：**主要脂肪酸（> 5%的细胞总脂肪酸）为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{16:1\omega11c}$和 iso-$C_{17:0}$。**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.9 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明该菌与 *B. lentus* NCIMB 8773^T、*B. firmus* IAM 12464^T、*B. sporothermodurans* M215^T 同源性分别为 94.3%、94.3%、94.1%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gtgcctaata	catcgcaagt	cgagcggatg	aaagagagct	tgctctctgg	attcagcggc
61	ggacgggtga	gtaacacgtg	ggcaacctgc	ctgtaagact	gggataactc	cgggaaaccg
121	gggctaatac	cggataactt	cttttcccgc	atggggagag	gttgaaagac	ggttatgctg
181	tcacttacag	atgggcccgc	ggcgcattag	ctagttggtg	gggtaacggc	ctaccaaggc
241	gacgatgcgt	agccgacctg	agagggtgat	cggccacact	gggactgaga	cacggcccag
301	actcctacgg	gaggcagcag	tagggaatct	tccgcaatgg	acgaaagtct	gacggagcaa
361	cgccgcgtga	gtgacgaagg	ccttcgggtc	gtaaaactct	gttatcaggg	aagaacaagc
421	atcgtttaac	tgacggtgcc	atgacggtac	ctgaccagaa	agccacggct	aactacgtgc
481	cagcagccgc	ggtaatacgt	aggtggcaag	cgttgtccgg	aattattggg	ccgtaaagcg
541	cgcgcaggcg	gcttcttaag	tctgatgtga	aagcccacgg	ctcaaccgtg	gagggtcatt
601	ggaaactggg	aggcagttgt	gcagaagagg	agagcggaat	tccacgtgta	gcggtgaaat
661	gcgtaaagat	gtggaggaac	accagtggcg	aaggcggctc	tctggtctgt	aactgacgct
721	gaggcgcgaa	agcgtgggta	gcgaacagga	ttagataccc	tggtagtcca	cgccgtaaac
781	gatgagtgct	aagtgttagg	gggtttccgc	cccttagtgc	tgcagcaaac	gcattaagca
841	ctccgcctgg	ggagtacggc	cgcaaggctg	aaactcaaag	gaattgacgg	gggcccgcac
901	aagcggtgga	gcatgtggtt	taattcgaag	caacgcgaag	aaccttacca	ggtcttgaca
961	tcccgctgac	cggtctggag	acagatcttt	cccttcgggg	acagcggtga	caggtggtgc
1021	atggttgtcg	tcagctcgtg	tcgtgagatg	ttgggttaag	tcccgcaacg	agcgcaaccc
1081	ttgatcttag	ttgccagcat	tcagttgggc	actctaaggt	gactgccggt	gacaaaccgg
1141	aggaaggtgg	ggatgacgtc	aaatcatcat	gccccttatg	acctgggcta	cacacgtgct
1201	acaatggatg	gtacagaggg	cagcgagacc	gcgaggtgga	gcgaatccct	taaaaccatt
1261	ctcagttcgg	attgcaggct	gcaactcgcc	tgcatgaagc	cggaatcgct	agtaatcgcg
1321	gatcagcatg	ccgcggtgaa	tacgttcccg	ggccttgtac	acaccgcccg	tcacaccacg
1381	agagtttgta	acacccgaag	tcggtggggt	aacctttgg	agccagccgc	cgaaggtggg
1441	acagatgatt	ggggtgaagt	cg			

75. *Bacillus fortis*（强壮芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-75。*Bacillus fortis* Scheldeman et al.，2004，sp. nov.（强壮芽胞杆菌）。

★模式菌株：R-6514 = DSM 16012 = LMG 22079。**★16S rRNA 基因序列号：**AY443038。**★种名释意：***fortis* 为强壮之意，故其中文名称为强壮芽胞杆菌（L. masc. adj. *fortis*，strong，referring to the fact that the strains were isolated after heat treatment for 30 min at 100℃）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 R-6514^T 从奶牛场饲料经 100℃处理 30 min 后分离获得。**★形态特征：**细胞长直杆状、圆端、可运动、严格好氧、革兰氏阴性、单生或成对生长，细胞宽为 0.6～0.8 μm，长为 1.0～3.5 μm。芽胞椭圆形、中生或次端生，胞囊膨大。营养琼脂培养基上 30℃培养 3 d 生长的菌落呈奶油色、凸起、边缘整齐、光滑、表面亮泽，直径最大为 1 mm。**★生理特性：**30℃和 45℃生长较好，20℃生长较弱，在 pH 9 时生长，有些菌株在 pH 5 时也能生长。7%（w/v）NaCl 时生长不受抑制。**★生化特性：**30℃条件下培养 7 d，未观察到淀粉和酪蛋白水解现象。过氧化氢酶和氧化酶阳性。所有菌株 API 20E 和 API 50CHB 检测试剂盒均无反应。在 Biotype100 套件采用生物型 2 中，以 L-色氨酸和 L-组氨酸作为唯一碳源。大多数菌株（> 50%）使用下列物质作为唯一碳源：4-氨基丁酸、5 -氨基戊酸、七叶苷、乙醇胺、戊二酸、羟基喹啉、2-酮戊二酸、β-葡萄糖醛酸苷、DL-乳酸、丙二酸盐、苯乙酸盐、L-脯氨酸、腐胺、D-核糖、L-酪氨酸。某些菌株（<50%）使用以下物质：柠檬酸盐、赤藓糖醇、D-葡萄糖酸盐、D-葡萄糖胺、α-D-葡萄糖、L-谷氨酸、DL-甘油酸、组胺、p-羟基苯甲酸酯、2-酮基-D-葡萄糖酸和 5-酮基-D-葡萄糖酸、L-苹果酸或 D-苹果酸、α-D-蜜二糖、原儿茶酸、L-山梨糖和 L-酒石酸盐。只有模式菌株使用 D-葡萄糖醛酸作为唯一碳源，以下物质不能作为唯一碳源：反式乌头酸和顺式乌头酸、核糖醇、D-丙氨酸、L-丙氨酸、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、L-天冬氨酸、甜菜碱、苯甲酸盐、癸酸盐、辛酸盐、D-纤维二糖、p-香豆酸、延胡索酸、半乳糖醇、β-D-果糖、α-L-岩藻糖、D-半乳糖、β-D-半乳糖醛、龙胆、龙胆酸、甘油、*p*-羟苯酸酯、3-羟基丁酸盐、肌醇、衣康酸、α-乳糖、乳果糖、D-来苏糖、麦芽糖醇、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-松三糖、甲基 α-D-吡喃半乳糖苷、甲基 β- D-吡喃半乳糖苷、3-甲基 D-吡喃葡萄糖、甲基 α-D-吡喃葡萄糖苷、甲基 β-D-喃葡萄糖、半乳糖二酸盐、N-乙酰基 D-葡萄糖胺、异麦芽酮糖、3-苯基丙酸盐、丙酸盐、奎尼酸、D-棉籽糖、α-L-鼠李糖、D-糖酸盐、蔗糖、L-丝氨酸、D-山梨醇、琥珀酸盐、D-己酮糖、D-酒石酸和 *meso*-酒石酸、D-海藻糖、均丙三羧酸、葫芦巴碱、色胺、D-松二糖、木糖醇和 D-木糖。模式菌株利用以下物质：七叶苷、D-葡萄糖酸、D-葡萄糖胺、D-葡萄糖醛酸盐、DL-甘油酸、羟基喹啉-β-葡萄糖醛酸、2-酮戊二酸、2-酮基-D-葡萄糖酸和 5-酮基- D-葡萄糖酸、DL-乳酸、丙二酸二乙酯、乙酸苯酯、原儿茶酸、L-酒石酸盐和 L-酪氨酸。**★化学特性：**主要脂肪酸（>5%的菌体总脂肪酸）为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA G+C 含量为 44.3 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明该菌与 *B. lentus* NCIMB 8773^T、*B. sporothermodurans* M215^T 同源性分别为 94.9%、94.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagttttga  tcctggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61    cggatgaagr  ggagcttgct  ccttggattc  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtgggca
121   acctgcctgt  aagactggga  taactccggg  aaaccggggc  taataccgga  taacttcttt
181   ycccgcatgg  ggagaggttg  aaagacggtt  atrctgtcac  ttacagatgg  gcccgcggcg
241   cattagctag  ttggtggggt  aacggcctac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag
```

301	ggtgatcggc	cacactggga	ctgagacacg	gcccagactc	ctacgggagg	cagcagtagg
361	gaatcttccg	caatggacga	aagtctgacg	gagcaacgcc	gcgtgagtga	cgaaggcctt
421	cgggtcgtaa	aactctgtta	tcagggaaga	acaagcgtcg	gttaactgmc	ggtgccttga
481	cggtacctga	ccagaaagcc	acggctaact	acgtgccagc	agccgcggta	atacgtaggt
541	ggcaagcgtt	gtccggaatt	attgggcgta	aagcgcgcgc	aggcggcttc	ttaagtctga
601	tgtgaaagcc	cacggctcaa	ccgtggaggg	tcattggaaa	ctgggaggct	tgagtgcaga
661	agagaagagc	ggaattccac	gtgtagcggt	gaaatgcgta	gagatgtgga	ggaacaccag
721	tggcgaaggc	ggctctttgg	tctgtaactg	acgctgaggc	gcgaaagcgt	ggggagcgaa
781	caggattaga	taccctggta	gtccacgccg	taaacgatga	gtgctaagtg	ttagggggtt
841	tccgcccctt	agtgctgcag	caaacgcatt	aagcactccg	cctggggagt	acggccgcaa
901	ggctgaaact	caaaggaatt	gacgggggcc	cgcacaagcg	gtggagcatg	tggtttaatt
961	cgaagcaacg	cgaagaacct	taccaggtct	tgacatcccg	ctgaccggtg	cagagatgtg
1021	cctttccctt	cggggacagc	ggtgacaggt	ggtgcatggt	tgtcgtcagc	tcgtgtcgtg
1081	agatgttggg	ttaagtcccg	caacgagcgc	aacccttgat	cttagttgcc	agcattgagt
1141	tgggcactct	aaggtgactg	ccggtgacaa	accggaggaa	ggtggggatg	acgtcaaatc
1201	atcatgcccc	ttatgacctg	ggctacacac	gtgctacaat	ggatggtaca	gagggcagcg
1261	agaccgcgag	gtggagcgaa	tcccttaaaa	ccattctcag	ttcggattgc	aggctgcaac
1321	tcgcctgcat	gaagccggaa	tcgctagtaa	tcgcggatca	gcatgccgcg	gtgaatacgt
1381	tcccgggcct	tgtacacacc	gcccgtcaca	ccacgagagt	ttgtaacacc	cgaagtcggt
1441	gaggtaaccg	taaggagcca	gccgccgaag	gtgggacaga	tgattggggt	gaagtcgtaa
1501	caaggtagcc	gtatcggaag	gtgcggctgg	atcacctcct	t	

76. *Bacillus fumarioli*（喷气孔芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-76。*Bacillus fumarioli* Logan et al.，2000，sp. nov.（喷气孔芽胞杆菌）。★**模式菌株：**Rcp Sm1 = CIP 106910 = JCM 21708 = LMG 17489 = LMG 19448 = NBRC 102428。★**16S rRNA 基因序列号：**AJ250056。★**种名释意：***fumarioli* 为火山喷气孔之意，故其中文名称为喷气孔芽胞杆菌（L. neut. n. *fumariolum*，a smoke-hole；L. gen. n. *fumarioli*，of a smoke-hole，whence fumarole，a hole emitting gases in a volcanic area）。

【**种类描述**】★**菌株来源：**菌株 LMG 17489^T 分离自南极洲北维多利亚墨尔本山和利特曼山活火山的土壤，以及南桑威奇圣烛节岛上的活火山和死火山土壤。★**形态特征：**细胞圆端杆状、运动性弱、革兰氏阳性、严格好氧。在 BFA 培养基（pH 5.5）上菌体单生、成对或链状生长。在 TSA（添加 $MnSO_4$）培养基上可产生少量的芽胞，但在 BFA 培养基上大量菌体形成芽胞。菌体椭圆形至球形，中生或次端生，胞囊不膨大。在 TSA 培养基培养 2～3 d，菌落直径为 5～10 mm，菌落略凸、圆形略不规则，奶油状，棕奶油色且不透明，光滑且有光泽，有时呈彩虹色。★**生理特性：**最低生长温度为 25～30℃，最适生长温度为 50℃，最高生长温度为 55℃。最适 pH 为 5.5，最低生长 pH 为 4.0～5.0，最高生长 pH 为 6.0～6.5。对下列抗生素敏感：氨苄西林（25 μg），氯霉素（50 μg），多黏菌素硫酸（100 μg），卡那霉素（30 μg），呋喃妥因（50 μg），链霉素（25 μg）和四环素（100 μg）；耐萘啶酸（30 μg）。★**生化特性：**过氧化氢酶阳性，V-P 反应阳性，水解明胶。ONPG 水解、精氨酸双水解、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸利用率、氢气硫化物生产、色氨酸脱氨酶、脲酶、吲哚生产和硝酸盐还原等反应为阴性。水解七叶

苷和酪蛋白反应阴性。下列碳水化合物中产酸但不产气：D-果糖、D-葡萄糖、甘露醇、D-甘露糖、N-乙酰葡萄糖胺（弱）、蔗糖、海藻糖（弱）。下列碳水化合物产酸是可变的：半乳糖、甘油、乳糖、麦芽糖、D-蜜二糖、D-松三糖、甲基 α-D-葡萄糖苷、D-棉籽糖、核糖和 D-松二糖。在下列碳水化合物中不产酸：核糖醇、苦杏仁苷、D-阿拉伯糖和 L-阿拉伯糖、D-阿糖醇和 L-阿糖醇、熊果苷、纤维二糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖和 L-岩藻糖、β-异麦芽酮糖、葡萄糖酸盐、糖原、肌醇、菊糖、2-酮基-D-葡萄糖酸、5-酮基-D-葡萄糖酸、D-来苏糖、甲基 α-D-甘露糖苷、甲基-木糖苷、鼠李糖、水杨苷、山梨醇、L-山梨糖、淀粉、D-己酮糖、木糖醇、D-木糖和 L-木糖。在上面所列的可变特征中，模式菌株在甘油、麦芽糖、D-松三糖、D-棉籽糖、D-松二糖中产酸不产气，但半乳糖、乳糖、蜜二糖、甲基 α-D-葡糖苷和核糖中不产酸。★**化学特性**：主要脂肪酸（>50%的总菌体脂肪酸）为 iso-$C_{15:0}$；而 iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$，含量大致相当，两者共占菌体总脂肪酸的 30%。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 40.7 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明该菌与 *Bacillus fumarioli* 同源性为 96.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gaatytttaa  ggggcttgcc
61    ccttgagatt  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtgggca  acctgcctgt  aagaccggga
121   taacttcggg  aaaccggagc  taataccgga  tcatcctttc  cttcgcatga  aggaaagctg
181   aaagacggcg  taagctgtca  cttacagatg  ggcccgcggc  gcattagcta  gttggtgagg
241   taacggctca  ccaaggcgac  gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg
301   actgagacac  ggcccagact  cntacgggag  gcagcagtag  ggaatcttcc  acaatggacg
361   aaagtctgat  ggagcaacgc  cgcgtgagcg  atgaaggcct  tcgggtcgta  aagctctgtt
421   gttagggaag  aacaagtatc  ggagtaactg  ccggtacctt  gacggtacct  aaccagaaag
481   ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  gtggcaagcg  ttgtccggaa
541   ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggtc  ctttaagtct  gatgtgaaag  cccacggctc
601   aaccgtggag  ggtcattgga  aactgggga  cttgagtgca  gaagaggaaa  gcggaattcc
661   acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag  gcggctttct
721   ggtctgtaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc  gtggggagca  aacaggatta  gataccctgg
781   tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctaag  tgttagaggg  tttccgccct  ttagtgctgc
841   agctaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggccgc  aaggctgaaa  ctcaaaggaa
901   ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac
961   cttaccaggt  cttgacatcc  cctgacactc  ctagagatag  gaatttcccc  ttcgggggac
1021  agggtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaaktcc
1081  cgcaacragc  gcaacccttg  atcttakttg  ccancattca  gttgggcact  ctaaggtgac
1141  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc
1201  tgggctacac  acgtgctaca  atggatggta  caaagggcag  cgaagccgcg  aggtggagcc
1261  aatcccacaa  aaccattctc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc  atgaagccgg
1321  aatcgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggc  cttgtacaca
1381  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgtaaca  cccgaagtcg  gtggggtaac  cgtaaggagc
1441  cagccgccta  aggtgggaca  gatgat
```

77. *Bacillus funiculus*（绳索状芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-77。*Bacillus funiculus* Ajithkumar et al.，2002，sp. nov.（绳索状芽胞杆

菌）。★**模式菌株：**NAF001 = CIP 107128 = DSM 15141 = JCM 11201。★**16S rRNA 基因序列号：**AB049195。★**种名释意：***funiculus* 为细胞呈绳索状之意，故其中文名称为绳索状芽胞杆菌（L. masc. n. *funiculus*，string，rope；referring to the filamentous appearance of the cells）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 NAF001^T 从日本福岛市污水处理水槽的悬浮水中分离得到。★**形态特征：**细胞大小为［（4.0～6.0）μm×（0.8～2.0）μm］，好氧，具周生鞭毛。芽胞椭圆形、中生。★**生理特性：**20～40℃均可生长，30℃最适。厌氧条件下，氧化酶和吲哚反应阴性。★**生化特性：**菌株过氧化氢酶、V-P 反应和硝酸盐还原反应阳性。可水解淀粉、尿素及七叶苷，但不水解酪蛋白、明胶和吐温 80。可利用葡萄糖、果糖、麦芽糖、蔗糖、D-阿洛酮糖、D-核糖、D-海藻糖和甘油，但不可利用 L-阿拉伯糖、棉籽糖、乳糖、水杨苷、D-己酮糖、肌醇、木糖醇、D-木糖、柠檬酸盐和 L-苹果酸。★**化学特性：**主要醌类为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$，含量分别为 18%和 44%。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37 mol%±2 mol%。DNA-DNA 杂交分析表明，菌株 NAF001^T 与 NAF001 的关联度为 100%，与 NAF002 为 92%，与 *B. cereus* JCM 2152^T 为 15%，与 *B. cohnii* YN-2000 为 10%，与 *B. megaterium* JCM 2506^T 为 12%，与 *B. mycoides* NCIMB 13305^T 为 6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tggagagttt gatcctggct caggatgaac gctggcggcg tgcctaatac atgcaagtcg
61    agcgaggttc ttcggaacct agcggcggac gggtgagtaa cacgtgggta acctgcctgt
121   aagaccggga taacttcggg aaaccgaagc taataccgga tactttcgag catcgcatga
181   tgcttgatgg aaagacggct tcggctgtca cttacagatg gacccgcgtc gcattagcta
241   gttggtgagg taacggctca ccaaggcgac gatgcgtagc cgacctgaga gggtgatcgg
301   ccacactggg actgagacac ggcccagact cctacgggag gcagcagtag ggaatcttcg
361   gcaatgggcg aaagcctgac cgagcaacgc cgcgtgagcg atgaaggcct tcgggtcgta
421   aagctctgtt gttaaggaag aacaagtacg agagtaactg ctcgtacctt gacggtactt
481   aacgagaaag ccacggctaa ctacgtgcca gcagccgcgg taatacgtag gtggcaagcg
541   ttatccggaa ttattgggcg taaagcgcgc gcaggcggtt tcttaagtct gatgtgaaag
601   cccacggctc aaccgtggag ggtcattgga aactgggaaa cttgagtgca gaagaggaaa
661   gcggaattcc acgtgtagcg gtgaaatgcg tagagatgtg gaggaacacc agtggcgaag
721   gcggctttct ggtctgtaac tgacgctgag gcgcgaaagc gtggggagca aacaggatta
781   gataccctgg tagtccacgc cgtaaacgat gagtgctaag tgttagaggg tttccgccct
841   ttagtgctga agttaacgca ttaagcactc cgcctgggga gtacggtcgc aagactgaaa
901   ctcaaaggaa ttgacggggg cccgcacaag cggtggagca tgtggtttaa ttcgaagcaa
961   cgcgaagaac cttaccaggt cttgacatcc tctgacaacc ctagagatag ggctttccct
1021  tcggggacag agtgacaggt ggtgcatggt tgtcgtcagc tcgtgtcgtg agatgttggg
1081  ttaagtcccg caacgagcgc aacccttgat cttagttgcc agcatttagt tgggcactct
1141  aaggtgactg ccggtgacaa accggaggaa ggtggggatg acgtcaaatc atcatgcccc
1201  ttatgacctg ggctacacac gtgctacaat ggacggtaca aagagtcgca agaccgcgag
1261  gtggagctaa tctcataaaa ccgttctcag ttcggattgt aggctgcaac tcgcctacat
1321  gaagctggaa tcgctagtaa tcgcggatca gcatgccgcg gtgaatacgt tcccgggcct
1381  tgtacacacc gcccgtcaca ccacgagagt ttgtaacacc cgaagtcggt ggggtaaccc
1441  ttacgggagc cagccgccta aggtgggaca gatgattggg gtgaagtcgt aacaaggtag
1501  ccgtatcgga aggtgcggct ggatcacctc
```

78. *Bacillus galactosidilyticus*（解半乳糖苷芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-78。*Bacillus galactosidilyticus* Heyndrickx et al.，2004，sp. nov.（解半乳糖苷芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MB 800 = Logan B2188 = DSM 15595 = LMG 17892。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ535638。**★种名释意：***galactosidilyticus* 中 *galactosidum* 为半乳糖苷之意，*lyticus* 为降解之意，故其中文名称为解半乳糖苷芽胞杆菌［N.L. neut. n. *galactosidum*，galactoside；N.L.masc. adj. *lyticus*（from Gr. adj. *lutikos*），lysing，dissolving；N.L. masc. adj. *galactosidilyticus*，referring to a positive ONPG test，revealing β-galactosidase activity］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MB 800^T 分离自生牛奶。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性或可变，可运动，杆状［（0.7～0.9）μm×（2～5）μm］，单生或成对，偶尔形成短链状。芽胞椭圆形，中生、次中生或次端生，胞囊略膨大。在 TSA 培养基上生长 2 d 的菌落直径约 1 mm，光滑，扁平，奶油状，边缘常不规则，有尖突而呈假根状，浅黄色或灰白色，中央不透明。**★生理特性：**兼性厌氧。可在 30℃和 40℃生长，但不能在 50℃生长。pH 为 6.0～10.5，在低于 pH 5 时不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性。酪蛋白水解活性很弱。API 20E 结果显示，ONPG 水解为阳性，精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶和鸟氨酸脱羧酶为阴性，不能利用柠檬酸，不产 H_2S 和吲哚，脲酶活性可变，V-P 反应为阴性，水解七叶苷，不能水解明胶，硝酸盐还原为亚硝酸盐。API 50CHB 结果表明，由 N-乙酰葡萄糖胺、D-果糖和 D-葡萄糖产酸但不产气（通常较弱）。由下列物质产酸活性可变（如为阳性通常较弱）：苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、熊果苷、D-纤维二糖、半乳糖、苦杏仁糖、菊糖、乳糖、麦芽糖、甘露醇、D-甘露糖、D-松三糖、D-蜜二糖、甲基-D-葡萄糖苷、D-棉籽糖、鼠李糖、核糖、水杨苷、淀粉、蔗糖、D-海藻糖、D-松二糖和 D-木糖。但不能由下列物质产酸：核糖醇、D-阿拉伯糖、DL-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、DL-岩藻糖、甘油、葡萄糖酸、2-酮基-D-葡萄糖酸、5-酮基-D-葡萄糖酸、糖原、D-来苏糖、甲基-D-甘露糖苷、肌醇、山梨醇、L-山梨糖、D-己酮糖、L-木糖、甲基-木糖苷和木糖醇。在上述可变的特性中，模式菌株不能水解尿素，由熊果苷、D-纤维二糖、D-蜜二糖、D-松三糖、D-棉籽糖、淀粉、蔗糖和 D-海藻糖产酸但不产气。**★化学特性：**主要脂肪酸为 $C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35.7 mol%～38.2 mol%，模式菌株的 G+C 含量为 37.7 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明该菌与 *B. lentus* 同源性为 96.6%。DNA-DNA 杂交分析表明该菌与 *B. lentus* 的关联度小于 30%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      acgctggcgg  cgtgcctaat  acatgcaagt  cgagcgaatt  tgatgggagc  ttgctccctg
61     aaaattagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  tgggcaacct  acctgtaagc  ctgggataac
121    ttcgggaaac  cggagctaat  accggataat  ttctttcttc  acatgaagag  aggttgaaag
181    acggctttgc  tgtcacttac  agatgggccc  gcggcgcatt  agctagttgg  tgaggtaacg
241    gctcaccaag  gccacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca  ctgggactga
301    gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat  ggacgaaagt
361    ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgaagaa  ggtcttcgga  tcgtaaaact  ctgttatcag
421    ggaagaacaa  gtaccggagt  tactgccggt  accttgacgg  tacctgacca  gaaagccacg
481    gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtaggtggc  aagcgttgtc  cggaattatt
```

541　gggcgtaaag　cgcgcgcagg　cggttcttta　agtctgatgt　gaaatcttgc　ggctcaaccg
601　tgagcggtca　ttggaaactg　gagaacttga　gtgcagaaga　gaagagcgga　attccacgtg
661　tagcggtgaa　atgcgtagag　atgtggagga　acaccagtgg　cgaaggcggc　tctttggtct
721　gtaactgacg　ctgaggcgcg　aaagcgtggg　gagcgaacag　gattagatac　cctggtagtc
781　cacgccgtaa　acgatgagtg　ctaagtgtta　gagggtttcc　gccctttagt　gctgcagcaa
841　acgcattaag　cactccgcct　ggggagtacg　gccgcaaggc　tgaaactcaa　aggaattgac
901　gggggcccgc　acaagcggtg　gagcatgtgg　tttaattcga　agcaacgcga　agaaccttac
961　caggtcttga　catccttatg　cctgccctag　agatagggag　ttcccttcgg　ggacataagt
1021　gacaggtggt　gcatggttgt　cgtcagctcg　tgtcgtgaga　tgttgggtta　agtcccgcaa
1081　cgagcgcaac　ccttgaaatt　agttgccagc　atttagttgg　gcactctaat　ttgactgccg
1141　gtgacaaacc　ggaggaaggt　ggggatgacg　tcaaatcatc　atgcccctta　tgacctgggc
1201　tacacacgtg　ctacaatgga　tggtacagag　ggctgcgaga　ccgcgaggtt　tagccaatcc
1261　cttaaaacca　ttctcagttc　ggattgcagg　ctgcaactcg　cctgcatgaa　gccggaatcg
1321　ctagtaatcc　gcggatcagc　atgccgcggt　gaatacgttc　ccgggccttg　tacacaccgc
1381　ccgtcacacc　acgagagttt　gtaacacccg　aagtcggtga　ggtaaccttt　tggagccagc
1441　cgccgaaggt　gggacagatg　attggggtga　agtcgtaaca　aggtag

79. *Bacillus galliciensis*（加利西亚芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-79。*Bacillus galliciensis* Balcázar et al.，2010，sp. nov.（加利西亚芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BFLP-1 = DSM 21539 = LMG 24668。**★16S rRNA 基因序列号：**FM162181。**★种名释意：***galliciensis* 为西班牙加利西亚之意，故其中文名称为加利西亚芽胞杆菌（L. masc. adj. *galliciensis*，of Galicia，north-west Spain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BFLP-1^T 分离自西班牙西北部捕获的野生长鼻海马（*Hippocampus guttulatus*）粪便中。**★形态特征：**革兰氏阳性，可运动，杆状。**★生理特性：**生长温度为 10～30℃，最适温度为 20℃；生长 pH 为 5.5～9，最适 pH 为 7.2，生长的盐度为 0～7% NaCl，最适为 2% NaCl。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。β-半乳糖苷酶为阳性，脲酶和精氨酸双水解酶为阴性。不产吲哚，不能还原硝酸盐。能水解 N-乙酰葡萄糖胺和七叶苷，不能水解明胶。能利用 D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、麦芽糖和葡萄糖酸钾，不能利用 D-甘露糖、癸酸、己二酸、苹果酸、柠檬酸和苯乙酸。不能由下列物质产酸：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-葡萄糖、甘油、乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、松三糖、棉籽糖、L-鼠李糖、水杨苷、D-山梨醇、蔗糖、海藻糖或 D-木糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 $C_{16:1\omega11c}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和 1 种未知磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.1 mol%。基于 16S rRNA 基因序列分析表明菌株 BFLP-1^T 与 *B. herbersteinensis* D-15a^T（96.6%）、*B. shackletonii* LMG 18435^T（96.0%）和 *B. isabeliae* CVS-8^T（95.9%）的亲缘关系最近。16S rRNA 基因序列如下。

1　acgaacgctg　gcggcgtgcc　taatacatgc　aagtcgagcg　gatctttgag　agcttgctct
61　caaagattag　cggcggacgg　gtgagtaaca　cgtgggtaac　ctgcctgtaa　gattgggata
121　actccgggaa　accggagcta　ataccggata　acattttgaa　ccgcatggtt　cgaaattgaa

181	aggtggcttt	tgctaccact	tacagatgga	cccgcggcgc	attagctagt	tggtgaggta
241	atggctcacc	aaggcaacga	tgcgtagccg	acctgagagg	gtgatcggcc	acactgggac
301	tgagacacgg	cccagactcc	tacgggaggc	agcagtaggg	aatcttccgc	aatggacgaa
361	agtctgacgg	agcaacgccg	cgtgagtgat	gaaggccttc	gggtcgtaaa	gctctgttgt
421	tagggaagaa	caagtaccgt	tcaaataggg	cggtaccatg	acggtaccta	accagaaagc
481	cacggctaac	tacgtgccag	cagccgcggt	aatacgtagg	tggcaagcgt	tgtccggaat
541	tattgggcgt	aaagggctcg	caggcggttc	cttaagtctg	atgtgaaagc	ccacggctca
601	accgtggagg	gtcattggaa	actggggaac	ttgagtacag	aagaggagag	tggaattcca
661	cgtgtagcgg	tgaaatgcgt	agagatgtgg	aggaacacca	gtggcgaagg	cgactctctg
721	gtctgtaact	gacgctgagg	agcgaaagcg	tggggagcga	acaggattag	ataccctggt
781	agtccacgcc	gtaaacgatg	agtgctaagt	gttagagggt	ttccgccctt	tagtgctgca
841	gcaaacgcat	taagcactcc	gcctggggag	tacggtcgca	agactgaaac	tcaaaggaat
901	tgacgggggc	ccgcacaagc	ggtggagcat	gtggtttaat	tcgaagcaac	gcgaagaacc
961	ttaccaggtc	ttgacatccc	atgacaactc	tagagataga	gcgttcccct	tcgggggaca
1021	tggtgacagg	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt	gagatgttgg	gttaagtccc
1081	gcaacgagcg	caacccttga	tcttagttgc	cagcatttag	ttgggcactc	taaggtgact
1141	gccggtgaca	aaccggagga	aggtggggat	gacgtcaaat	catcatgccc	cttatgacct
1201	gggctacaca	cgtgctacaa	tggatggtac	aaagggctgc	gagactgcga	agttaagcga
1261	atcccataaa	accattctca	gttcggattg	caggctgcaa	ctcgcctgca	tgaagctgga
1321	atcgctagta	atcgtggatc	agcatgccac	ggtgaatacg	ttcccgggcc	ttgtacacac
1381	cgcccgtcac	accacgagag	tttgtaacac	ccgaagtcgg	tgaggtaacc	ttttaggagc
1441	cagccgccga	aggtgggaca	gatgattggg	gtgaagtcgt	aacaaggtag	

80. *Bacillus gibsonii*（吉氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-80。*Bacillus gibsonii* Nielsen et al.，1995，sp. nov.（吉氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PN-109 = ATCC 700164 = CIP 104720 = DSM 8722 = LMG 17949。**★16S rRNA 基因序列号：**X76446。**★种名释意：***gibsonii* 意为 Gibson，旨在纪念英国细菌学家 Thomas Gibson，故其中文名称为吉氏芽胞杆菌（N.L. gen. n. *gibsonii*，of Gibson，named after the British bacteriologist Thomas Gibson）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PN-109^T 分离自土壤。**★形态特征：**菌落黄色、圆形、边缘整齐、光滑、有光泽。细胞通常呈短杆状，（0.6～1.0）μm×（2.0～3.0）μm。芽胞椭圆形，端生，胞囊不膨大。**★生理特性：**可以在 pH 7 生长，最适为 pH 8，生长温度为 10～37℃。所有菌株耐盐性达 9%，而 PN-111 可以在 12% NaCl 浓度下生长。**★生化特性：**可利用乳糖，不可利用甘油或 N-乙酰葡萄糖胺。菌株能水解酪蛋白、明胶和 MUG。一些菌株，除了模式菌株，能水解吐温 40 和吐温 60，不能水解支链淀粉和淀粉，苯丙氨酸脱羧反应阴性，硝酸盐还原反应不定。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.6 mol%～41.7 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcgacgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc	ggacgttttt	gaagcttgct
61	ccanaaacgt	tagcggcgga	cgggtgagta	acacgtgggc	aacctacctt	atcgactggg
121	ataactccgg	gaaaccgggg	ctaataccgg	ataacatcta	gcacctcctg	gtgccggatt
181	aaaagagggc	ttcttgctct	cacgatgaga	tgggcccgcg	gcgcattagc	tagttggaga

241　ggtaacggct　ccccaagncg　acgatgcgta　gccgacctga　gagggtgatc　ggccacactg
301　ggactgagac　acggcccaga　ctcctacggg　aggcagcagt　agggaatctt　ccgcaatgga
361　cgaaagtctg　acggagcaac　cccgcgtgag　tgatgaaggg　tttcggctcg　taaagctctg
421　ttatgaggga　agaacacgta　ccgttcgaat　agggcggtac　cttgacggta　cctcatcaga
481　aagccacggc　taactacgtg　ccagcagccg　cggtaatacg　taggtggcaa　gcgttgtccg
541　gaattattgg　gcgtaaagcg　cgcgcaggcg　gccttttaag　tctgatgtga　aatcttgcgg
601　ctcaaccgca　agcggccatt　ggaaactggg　aggcttgagt　acagaagagg　agagtggaat
661　tccacgtgta　gcggtgaaat　gcgtagatat　gtggaggaac　accagtggcg　aaggcgactc
721　tctggtctgt　aactgacgct　gaggcgcgaa　agcgtgggga　gcaaacagga　ttagataccc
781　tggtagtcca　cgccgtaaac　gatgagtgct　aggtgttagg　ggtttcgatg　cccgtagtgc
841　cgaagttaac　acattaagca　ctccgcctgg　ggagtacggc　cgcaaggctg　aaactcaaag
901　gaattgacgg　gggcccgcac　aagcagtgga　gcatgtggtt　taattcgaag　caacgcgaag
961　aaccttacca　ggtcttgaca　tcctttgacc　actctggaga　cagagcttcc　ccttcggggg
1021　caaagtgaca　ggtggtgcat　ggttgtcgtc　agctcgtgtc　gtgagatgtt　gggttaagtc
1081　ccgcaacgag　cgcaaccctt　gaccttagtt　gccagcattt　agttgggcac　tctaaggtga
1141　ctgccggtga　caaaccggag　gaaggtgggg　atgacgtcaa　atcatcatgc　cccttatgac
1201　ctgggctaca　cacgtgctac　aatggatggt　acaaagggtt　gcgaagccgc　gaggtgaagc
1261　caatcccata　aagccattct　cagttcggat　tgtaggctgc　aactcgcctg　catgaagctg
1321　gaattgctag　taatcgcgga　tcagcatgcc　gcggtgaata　cgttcccggg　ccttgtacac
1381　accgcccgtc　acaccacgag　agtttgtaac　acccgaagtc　ggtgaggtaa　ccttttggag
1441　ccagccgccg　aaggtgggac　agatgattgg　ggtgaagtcg　taacaaggta　gccgtatcgg
1501　aaggtg

81. *Bacillus ginsengihumi*（人参土芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-81。*Bacillus ginsengihumi* Ten et al.，2007，sp. nov.（人参土芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Gsoil 114 = DSM 18134 = KCTC 13944。**★16S rRNA 基因序列号：**AB245378。**★种名释意：***ginsengihumi* 中 *ginsengum* 为人参之意，*humus* 为土壤之意，故其中文名称为人参土芽胞杆菌（N.L. n. *ginsengum*，ginseng；L. n. *humus*，soil；N.L. gen. n. *ginsengihumi*，of soil of a ginseng field）。

【**种类描述**】**★菌株来源：**菌株 Gsoil 114^T 是从韩国抱川市的高丽参田土壤样品中分离到的。**★形态特征：**革兰氏阳性、好氧或兼性厌氧、不运动，在营养琼脂上长势良好。**★生化特性：**能利用少数的有机基质、如 D-木糖和其他碳水化合物作为唯一碳源，但不能利用 L-氨基酸和其他有机酸。氧化酶阳性，过氧化氢酶阴性，淀粉、纤维素、木聚糖、酪蛋白、几丁质和 DNA 等高分子化合物降解阴性；**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞脂肪酸类型主要为 anteiso-$C_{15:0}$（32.1%）、iso-$C_{15:0}$（30.5%）和 anteiso-$C_{17:0}$（30.2%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.8 mol%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌株与芽胞杆菌属内最接近的种的关联度小于 39%。16S rRNA 基因序列如下。

1　caggacgaac　gctggcggcg　tgcctaatac　atgcaagtcg　agcgaactga　tgaagagctt
61　gcttttgatc　agttagcggc　ggacgggtga　gtaacacgtg　ggtaacctgc　ctgtaagact
121　aggataactc　cgggaaaccg　gggctaatac　tggataactt　ttctctccgc　atggagagag
181　attgaaagat　ggcttcggct　atcacttaca　gatggacccg　cggcgcatta　gctagttggt

241	gaggtaacgg	ctcaccaagg	caacgatgcg	tagccgacct	gagagggtga	tcggccacat
301	tgggactgag	acacggccca	aactcctacg	ggaggcagca	gtagggaatc	ttccgcaatg
361	gacgaaagtc	tgacggagca	acgccgcgtg	agtgaagaag	gtcttcggat	cgtaaaactc
421	tgttgttagg	gaagaacaag	tatcgttcga	atagggcggt	accttgacgg	tacctaacca
481	gaaagccacg	gctaactacg	tgccagcagc	cgcggtaata	cgtaggtggc	aagcgttgtc
541	cggaattatt	gggcgtaaag	cgcgcgcagg	cggtctttta	agtctgatgt	gaaagcccac
601	ggctcaaccg	tggagggtca	ttggaaactg	gaagacttga	gtgcagaaga	ggagagtgga
661	attccacgtg	tagcggtgaa	atgcgtagag	atgtggagga	acaccagtgg	cgaaggcgac
721	tctctggtct	gtaactgacg	ctgaggcgcg	aaagcgtggg	gagcaaacag	gattagatac
781	cctggtagtc	cacgccgtaa	acgatgagtg	ctaagtgtta	gagggtttcc	gccctttagt
841	gctgcagcta	acgcattaag	cactccgcct	ggggagtacg	accgcaaggt	tgaaactcaa
901	aggaattgac	gggggcccgc	acaagcggtg	gagcatgtgg	tttaattcga	agcaacgcga
961	agaaccttac	caggtcttga	catcctctga	cctccctaga	gatagggcct	tccccttcgg
1021	gggacagagt	gacaggtggt	gcatggttgt	cgtcagctcg	tgtcgtgaga	tgttgggtta
1081	agtcccgcaa	cgagcgcaac	ccttgacctt	agttgccagc	attcagttgg	gcactctaag
1141	gtgactgccg	gtgacaaacc	ggaggaaggt	ggggatgacg	tcaaatcatc	atgcccctta
1201	tgacctgggc	tacacacgtg	ctacaatgga	tggtacaaag	ggctgcgaga	ccgcgaggtt
1261	aagccaatcc	cataaaacca	ttctcagttc	ggattgcagg	ctgcaactcg	cctgcatgaa
1321	gctggaatcg	ctagtaatcg	cggatcagca	tgccgcggtg	aatacgttcc	cgggccttgt
1381	acacaccgcc	cgtcacacca	cgagagtttg	taacacccga	agtcggtgag	gtaacctttt
1441	ggagccagcc	gccgaaggtg	ggacagatga	ttggggtgaa	gtcgtaacaa	ggtagccgt

82. *Bacillus ginsengisoli* （人参地芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-82。*Bacillus ginsengisoli* Nguyen et al.，2013，sp. nov.（人参地芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DCY53 = JCM 17335 = KCTC 13945。**★16S rRNA 基因序列号：**HQ224517。**★种名释意：***ginsengisoli* 中 *ginsengum* 为人参之意，*solum* 为土壤之意，故中文名称为人参地芽胞杆菌（N.L. n. *ginsengum*，ginseng；L. n. *solum*，soil；N.L. gen. n. *ginsengisoli*，of soil of a ginseng field，the source of the organism）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DCY53^{T} 是从韩国人参田土壤样品中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状（1.2 μm × 6.5 μm）、革兰氏阳性、好氧、以丛生鞭毛运动、形成芽胞。**★生理特性：**生长的温度和 pH 是 15～45℃和 4.5～8.5；最适的生长温度和 pH 为 30～37℃和 6.0～7.5。NA 培养基上能生长，TSA 培养基和 MA 培养基上不能生长。R2A 培养基上 30℃培养 3 d 后形成的菌落直径为 1.5～3 mm、呈圆形、光滑、白色。NaCl 浓度大于 2% 时菌株不能生长；在不含 NaCl 时菌株生长最好。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性反应。细胞对下列抗生素敏感：青霉素 G、四环素、红霉素、万古霉素、头孢唑啉和竹桃霉素。能还原硝酸盐；能水解七叶苷和淀粉；不能水解尿素、明胶和酪蛋白。未观察到色氨酸的转化。能利用下列化合物：D-葡萄糖、D-甘露糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、麦芽糖、蔗糖、乳酸、丙氨酸、糖原、3-羟基苯甲酸、3-羟基丁酸和 L-脯氨酸。不能利用下列化合物：L-阿拉伯糖、L-鼠李糖、D-核糖、肌醇、蜜二糖、L-岩藻糖、D-山梨醇、葡萄糖酸钾、己二酸、柠檬酸三钠、苯乙酸、癸酸、衣康酸、辛二酸、戊酸、

丙酸、4-羟基苯甲酸、丙二酸钠、乙酸钠、5-酮葡萄糖酸钾、L-丝氨酸、水杨苷、L-组氨酸和 2-酮基葡萄糖酸钾。API ZYM 测试结果表明碱性磷酸酶、酸性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶（弱）被观察到，但观察不到脂酶（C14）、胰蛋白酶、β-葡萄糖醛酸酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。**★化学特性：**细胞的主要脂肪酸为 iso-$C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和一种未知脂类。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.6 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 DCY53^T 与 *B. pocheonensis* KCTC 13943^T、*B. bataviensis* LMG 21833^T、*B. soli* LMG 21838^T、*B. drentensis* LMG 21831^T、*B. niacini* DSM 2923^T、*B. novalis* LMG 21837^T、*B. vireti* LMG 21834^T 和 *B. fumarioli* LMG 17489^T 的同源性分别为 98.3%、98.0%、97.9%、97.8%、97.8%、97.7%、97.6%和 97.3%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 DCY53^T 与 *B. pocheonensis* KCTC 13943^T、*B. bataviensis* LMG 21833^T、*B. soli* LMG 21838^T、*B. drentensis* LMG 21831^T、*B. niacini* DSM 2923^T、*B. novalis* LMG 21837^T、*B. vireti* LMG 21834^T 和 *B. fumarioli* LMG 17489^T 的关联度分别为 （54.9±2.4）%、（53.8±2.5）%、（50.1±3.5）%、（47.6±3.3）%、（40.6±3.5）%、（40.6±2.3）%、（40.0±3.8）% 和（39.9±4.2）%。16S rRNA 基因序列如下。

1 atcgcgctat aatgcagtcg agcgaatctt taggagcttg ctcctattgg ttagcggcgg
61 acgggtgagt aacacgtggg caacctgcct gtaagactgg gataacttcg ggaaaccgga
121 gctaataccg gataattctt tcctactcat gtaggaaagc tgaaagacgg tttcggctgt
181 cacttacaga tgggcccgcg gcgcattagc tagttggtga ggtaacggct caccaaggcg
241 acgatgcgta gccgacctga gagggtgatc ggccacactg ggactgagac acggcccaga
301 ctcctacggg aggcagcagt agggaatctt ccgcaatgga cgaaagtctg acggagcaac
361 gccgcgtgag cgatgaaggc cttcgggtcg taaagctctg ttgttaggga agaacaagta
421 tcggagtaac tgccggtacc ttgacggtac ctaaccagaa agccacggct aactacgtgc
481 cagcagccgc ggtaatacgt aggtggcaag cgttgtccgg aattattggg cgtaaagcgc
541 gcgcaggcgg tcctttaagt ctgatgtgaa agcccacggc tcaaccgtgg agggtcattg
601 gaaactgggg gacttgagtg cagaagagga aagtggaatt ccacgtgtag cggtgaaatg
661 cgtagagatg tggaggaaca ccagtggcga aggcgacttt ctggtctgta actgacgctg
721 aggcgcgaaa gcgtggggag caaacaggat tagataccct ggtagtccac gccgtaaacg
781 atgagtgcta agtgttagag ggtttccgcc ctttagtgct gcagctaacg cattaagcac
841 tccgcctggg gagtacggcc gcaaggctga aactcaaagg aattgacggg ggcccgcaca
901 agcggtggag catgtggttt aattcgaagc aacgcgaaga accttaccag gtcttgacat
961 cctctgacac ccctagagat agggctttcc ccttcggggg acagagtgac aggtggtgca
1021 tggttgtcgt cagctcgtgt cgtgagatgt tgggttaagt cccgcaacga gcgcaaccct
1081 tgatcttagt tgccagcatt cagttgggca ctctaaggtg actgccggtg acaaaccgga
1141 ggaaggtggg gatgacgtca aatcatcatg ccccttatga cctgggctac acacgtgcta
1201 caatggatgg tacaaagggc tgcaaaaccg caaggtcgag ccaatcccat aaaaccattc
1261 tcagttcgga ttgtaggctg caactcgcct acatgaagcc ggaatcgcta gtaatcgcgg
1321 atcagcatgc cgcggtgaat acgttcccgg gccttgtaca caccgcccgt cacaccacga
1381 gagtttgtaa cacccgaagt cggtggggta accgtaagga gccagccgcc taagtgc

83. *Bacillus gottheilii*（戈氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-83。*Bacillus gottheilii* Seiler et al.，2013，sp. nov.（戈氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**WCC 4585 = CCUG 59876 = DSM 23668 = LMG 25856。**★16S rRNA 基因序列号：**FN995266。**★种名释意：***gottheilii* 意为 Gottheil，旨在纪念微生物学家 Otto Gottheil，故其中文名称为戈氏芽胞杆菌（N. L. gen. masc. n. *gottheilii*，of Gottheil，named after Otto Gottheil who together with Arthur Meyer originally described the species *Bacillus pumilus* and *Bacillus simplex*）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 WCC 4585^T 是从德国东部一家制药工厂分离的。**★形态特征：**细胞杆状，（0.7～0.8）μm ×（3～10）μm，不成链状生长，有长达 30 μm 的鞭毛。芽胞椭圆形，次端生，胞囊膨大。在 TSA 培养基上菌落圆形、扁平稍有凸起、乳白色不透明。在 TSA 培养基中 30℃培养 24 h 后，菌落直径 1～2 mm，72 h 后，菌落直径达 5～8 mm。**★生理特性：**菌株生长的温度为 10～40℃，最适生长温度为 30℃。适合生长的 pH 为 7.0～9.5，最适 pH 为 8。可在 8.5% NaCl 中生长。**★生化特性：**过氧化氢酶、3-羟基丁酮和乳酸产酸反应阳性；氧化酶反应阴性，硝酸盐还原成亚硝酸盐；水解明胶、酪蛋白、DNA 和吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80，次黄嘌呤、卵磷脂、三丁酸甘油酯、酪氨酸、尿素、黄嘌呤反应均为阴性。可利用的碳水化合物有：果糖、纤维二糖、异麦芽酮糖、葡萄糖、糖原、麦芽糖、甘露糖、甘露醇、淀粉、水杨苷、N-乙酰氨基葡萄糖、蔗糖、海藻糖。能较少地利用苦杏仁苷、甘油、棉籽糖。不能利用环糊精、D/L-阿拉伯糖、D/L-阿拉伯醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、甲基-β-D-吡喃甘露糖苷、肌醇、支链淀粉、L-鼠李糖、核糖、山梨糖、D-己酮糖、松二糖、木糖醇、D/L-木糖。仅仅作为能量来源和生长用的碳源有：2-酮基-D-葡萄糖酸盐、葡萄糖酸盐、苹果酸盐、麦芽糖。不能作为能量来源和生长用的碳源有：乙酸盐、己二酸、L-丙氨酸、L-阿拉伯糖、葵酸盐、柠檬酸盐、L-海藻糖、D-葡萄糖、糖原、组氨酸、3 或 4-羟苯酸盐、3-羟基丁酸、衣康酸盐、5-酮基-D-葡萄糖酸盐、乳酸盐、丙二酸盐、D-甘露醇、D-甘露糖、蜜二糖、肌醇、N-乙酰-D-葡萄糖胺、苯乙酸盐、L-脯氨酸、丙酸、L-鼠李糖、核糖、水杨苷、丝氨酸、D-山梨醇、辛二酸盐、蔗糖、戊酸盐。弱阳性反应：碱性磷酸酶、α-糜蛋白酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、α 或 β-葡萄糖苷酶、吡嗪酰胺酶、亮氨酸氨肽酶。下列酶活性为阴性：酸性磷酸酶、精氨酸双水解酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、α-岩藻糖苷酶、α 或 β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、酯酶、L-赖氨酸脱羧酶、α 或 β-甘露糖苷酶、鸟氨酸脱羧酶、焦谷胺酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、色氨酸脱氨酶、缬氨酸芳基酰胺酶。**★化学特性：**特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸，主要用于代谢的是呼吸醌 MK-7，细胞表面主要的极性磷脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、氨磷脂、主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量分别为 37.8 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与 *Bacillus oceanisediminis* H2^T、*Bacillus infantis* SMC 4352-1^T、*Bacillus firmus* NCIMB 9366^T、*Bacillus circulans* ATCC 4513^T、*Bacillus horneckiae* DSM 23495^T 的同源性都低于 98%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与上述菌株的关联度低于 27%。16S rRNA 基因序列如下。

1　　agagtttgat　cctggctcag　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc

```
61      ggacagatgg  gagcttgctc  cctgaagtca  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa
121     cctgcctgta  agactgggat  aacttcggga  aaccggagct  aataccggat  aatgcttttg
181     gactcatgtc  cttaagctga  aagatggttt  cggctatcac  ttacagatgg  gcccgcggcg
241     cattagctag  ttggtgaggt  aacggctcac  caaggcaacg  atgcgtagcc  gacctgagag
301     ggtgatcggc  cacactggga  ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg
361     gaatcttccg  caatggacga  aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  tgaaggtttt
421     cggatcgtaa  aactctgttg  ttagggaaga  acaagyaycg  gagtaactgc  cggtaccttg
481     acggtaccta  accagaaagc  cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg
541     tggcaagcgt  tgtccggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggtcc  tttaagtctg
601     atgtgaaagc  ccacggctca  accgtggagg  gtcattggaa  actgggggac  ttgagtgcag
661     aagaggagag  tggaattcca  cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca
721     gtggcgaagg  cgactctctg  gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcga
781     acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagagggt
841     ttccgccctt  tagtgctgca  gcaaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggccgca
901     aggctgaaac  tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat
961     tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatcct  ctgacactcc  tagagatagg
1021    acgttcccct  tcgggggaca  gagtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt
1081    gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccttga  tcttagttgc  cagcattcag
1141    ttgggcactc  taaggtgact  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat
1201    catcatgccc  cttatgacct  gggctacaca  cgtgctacaa  tggatggtac  aaagggctgc
1261    aagaccgcga  ggtttagcca  atcccataaa  accattctca  gttcggattg  caggctgcaa
1321    ctcgcctgca  tgaagccgga  atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg
1381    ttcccgggcc  ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  tttgtaacac  ccgaagtcgg
1441    tggggtaacc  ttttggagcc  agccgcctaa  ggtgggacag  atgattgggg  tgaagtcgta
1501    acaaggtagc  cg
```

84. *Bacillus graminis*（草坪芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-84。*Bacillus graminis* Bibi et al.，2011，sp. nov.（草坪芽胞杆菌）。**★模式菌株：**YC 6957 = DSM 22162 = KACC 13779。**★16S rRNA 基因序列号：**GU322908。**★种名释意：***graminis* 为草、草坪之意，故其中文名称为草坪芽胞杆菌（L. n. *gramen -inis*，grass；L. gen. n. *graminis*，of grass）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 YC 6957^T 是从栖息于韩国南海郡岛沿海滩涂的柔软批碱草（*Elymus mollis* Trin.）耐盐植物根部分离得到的。**★形态特征：**革兰氏阳性，兼性厌氧，芽胞杆状至球杆状，依靠单根鞭毛运动。**★生理特性：**能够在 0～8%的盐浓度中生长，最适盐浓度为 4%～5%；在 15～45℃的温度环境、pH 6.0～8.5 的酸碱度中也能生长，但最适温度为 30～35℃、最适 pH 为 7.0～8.0。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐还原为亚硝酸盐。能水解七叶苷、酪蛋白（弱）和纤维素（弱），不能水解明胶、几丁质和尿素。不能利用柠檬酸。产吲哚和卵黄反应为阴性。API 20E 结果表明，下列反应为阴性：ONPG 水解、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、产 H_2S 和吲哚、V-P 反应和明胶水解。由 L-阿拉伯糖、D-木糖、D-甘露糖、D-甘露醇和苦杏仁苷产酸，但不能由下列物质产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、D-核糖、

L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、菊糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、D-来苏糖、D-岩藻糖、DL-阿糖醇、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾和 5-酮基葡萄糖酸钾。能利用 DL-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、蔗糖、D-甘露糖、D-甘露醇和苦杏仁苷。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 $C_{16:0}$（11.3%）、iso-$C_{15:0}$（19.2%）和 anteiso-$C_{15:0}$（36.4%），细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.6 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明，菌株 YC 6957^T 与 *B. ruris* LMG 22866^T、*B. lentus* NCIMB 8773^T 和 *B. galactosidilyticus* LMG 17892^T 的同源性分别为 96.14%、95.97%和 95.91%，但与芽胞杆菌属其他模式菌株的同源性则少于 95.84%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      tgcagtgagc  ggactttttg  ggagcttgct  cccgaaaagt  tagcggcgga  cgggatgagt
61     aacacgtggg  caacctgcct  gtaagactgg  gataacttcg  ggaaaccgga  gctaataccg
121    gataacttct  tccctcgcat  gagggaaggt  taaaagacgg  tttcggctgt  cacttacaga
181    tgggcccgcg  gcgcattagc  tagttggtga  ggtaacggct  caccaaggcg  acgatgcgta
241    gccgacctga  gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg
301    aggcagcagt  agggaatctt  ccgcaatgga  cgaaagtctg  acggagcaac  gccgcgtgag
361    tgatgaaggt  cttcggatcg  taaaactctg  ttatcaggga  agaacaagta  tcggagtaac
421    tgccggtacc  ttgacggtac  ctgaccagaa  agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc
481    ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg
541    tctcttaagt  ctgatgtgaa  atctcgtggc  tcaaccacga  acggtcattg  gaaactgggg
601    gacttgagtg  cagaagagaa  gagcggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg
661    tggaggaaca  ccagtggcga  aggcggctct  ttggtctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa
721    gcgtggggag  cgaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta
781    agtgttagag  ggtttccgcc  ctttagtgct  gcagcaaacg  cattaagcac  tccgcctggg
841    gagtacggcc  gcaaggctga  aactcaaagg  aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag
901    catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  cccgctgacc
961    gccctggaga  cagggctttc  ccttcgggga  cagcggtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt
1021   cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgatcttagt
1081   tgccagcatt  cagttgggca  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg
1141   gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg
1201   tacagagggc  tgcaagaccg  cgaggtttag  ccaatccctt  aaaaccattc  tcagttcgga
1261   ttgtaggctg  caactcgcct  acatgaagcc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc
1321   cgcggtgaat  acgttcccgg  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttgtaa
1381   cacccgaagt  cggtgaggta  accctctgga  gccagccgcc  aa
```

85. *Bacillus haikouensis*（海口芽胞杆菌）

【种类编号】 1-1-85。*Bacillus haikouensis* Li et al.，2014，sp. nov.（海口芽胞杆菌）。**★模式菌株：**C-89 = KCTC 33545 = CCTCC AB 2014076。**★16S rRNA 基因序列号：**KJ868191。**★种名释意：***haikouensis* 意为模式菌株分离自我国海南海口，故其中文名称

为海口芽胞杆菌(hai.kou.en′sis. N.L. masc. adj. *haikouensis* of or pertaining to Haikou，a city in Hainan Province， from which the paddy soil sample for bacterial isolation was taken)。

【种类描述】★菌株来源：菌株 C-89^T 从海南省海口市的水稻土壤中分离。**★形态特征：**该菌株形成芽胞、革兰氏阳性、兼性厌氧。细胞杆状，(0.5～1.0) μm×(2.0～3.0) μm。在 LA 培养基上 30℃培养 48 h 后，菌落圆形、凸起、橘红色(直径 0.4～1.5 mm)。**★生理特性：**菌株生长的温度为 15～40℃，最适生长温度为 37℃。适合生长的 pH 为 5.0～8.5，最适 pH 为 7.0。可在 0～17% NaCl 中生长，最适为 4%。此菌株在麦康凯培养基上不生长，可以在 2216E 琼脂中生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和乳酸产酸反应阳性；氧化酶反应阴性，硝酸盐还原成亚硝酸盐；水解明胶、酪蛋白、淀粉和吐温 20、吐温 80。可产酸的有：D-果糖、D-麦芽糖、D-海藻糖、D-甘露糖、D-蔗糖。不能进行硝酸盐还原、尿素的分解，可利用下列碳源产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、L-木糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、D-松三糖、木糖醇、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾、硝酸钾、L-色氨酸、L-精氨酸、肌醇、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、D-纤维二糖、D-乳糖、D-蜜二糖、甘油、D-核糖、D-木糖、D-半乳糖、D-核糖醇、菊糖、淀粉、棉籽糖。能利用癸酸、己二酸、苹果酸、苯乙酸。由淀粉和葡萄糖产酸活性弱。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。主要极性脂为磷脂酰乙醇胺、二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和两种未知的磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45.4 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与 *Bacillus vietnamensis* JCM 11124^T、*Bacillus aquimaris* JCM 11545^T、*Bacillus marisflavi* JCM 11544^T 的同源性分别为 98.8%、98.6%、98.5%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与上述菌株的关联度低于 18%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggatcgatgg  gagcttgctc
61    cctgagatca  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggtaa  cctgcctgta  agactgggat
121   aactccggga  aaccggggct  aataccggat  aatttagttc  ctcgcatgag  gaactgttga
181   aaggtggctt  cggctaccac  ttacagatgg  acccgcggcg  cattagctag  ttggtgaggt
241   aacggctcac  caaggcaacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga
301   ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg  caatggacga
361   aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  agaaggtttt  cggatcgtaa  aactctgttg
421   ttagggaaga  acaagtgccg  ttcgaatagg  gcggcacctt  gacggtacct  aaccagaaag
481   ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  gtggcaagcg  ttgtccggaa
541   ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggtggtt  tcttaagtct  gatgtgaaag  cccacggctc
601   aaccgtggag  ggtcattgga  aactggggaa  cttgagtgca  gaagaggaaa  gtggaattcc
661   aagtgtagcg  gtgaaatgcg  tagatatttg  gaggaacacc  agtggcgaag  gcgactttct
721   ggtctgtaac  tgacactgag  gcgcgaaagc  gtggggagca  aacaggatta  gataccctgg
781   tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctaag  tgttagaggg  tttccgccct  ttagtgctgc
841   agctaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggtcgc  aagactgaaa  ctcaaaggaa
901   ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca  tgtggcttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac
961   cttaccaggt  cttgacatcc  tctgacaacc  ctagagatag  ggctttcccc  ttcgggggtc
1021  agagtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc
```

```
1081    cgcaacgagc    gcaacccttg    atcttagttg    ccagcattca    gttgggcact    ctaagatgac
1141    tgccggtgac    aaaccggagg    aaggtgggga    tgacgtcaaa    tcatcatgcc    ccttatgacc
1201    tgggctacac    acgtgctaca    atggacggta    caaagggcag    cgagaccgcg    aggtttagcc
1261    aatcccataa    aaccgttctc    agttcggatt    gcaggctgca    actcgcctgc    atgaagctgg
1321    aatcgctagt    aatcgcggat    cagcatgccg    cggtgaatac    gttcccgggc    cttgtacaca
1381    ccgcccgtca    caccacgaga    gtttgtaaca    cccgaagtcg    gtgaggtaac    cttttggagc
1441    cagccgccta    aggtgggaca    gatgattggg    gtg
```

86. *Bacillus halmapalus*（盐敏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-86。*Bacillus halmapalus* Nielsen et al.，1995，sp. nov.（盐敏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PN-118 = ATCC 700165 = CIP 105303 = DSM 8723 = JCM 12302 = LMG 17950。**★16S rRNA 基因序列号：**X76447。**★种名释意：***halmapalus* 中 *halme* 为盐水之意，*hapalos* 为易碎之意，故其中文名称为盐敏芽胞杆菌（Gr. n. *halme*，brine；Gr. adj. *hapalos*，delicate；N.L. adj. *halmapalus*，sensitive to brine）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PN-118^{T} 由丹麦诺和诺德制药公司的员工分离自土壤。**★形态特征：**细胞杆状。芽胞椭圆形，次端生，胞囊不膨大。菌落小，圆形、边缘整齐、有光泽、奶白色。**★生理特性：**可以在 pH 7 生长，最适为 pH 8，在 10～40℃时可生长。耐盐力较低，5%浓度下无生长。**★生化特性：**能水解酪蛋白、明胶、马尿酸盐、支链淀粉和淀粉。不能水解吐温 20、吐温 40 和吐温 60 及 MUG。不能利用甘油、核糖、D-木糖、L-阿拉伯糖、半乳糖、鼠李糖、蔗糖、乳糖、蜜二糖、棉籽糖、D-蜜三糖和 D-己酮糖。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.6 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gacgaacgct    ggcggcgtgc    ctaatacatg    caagtcgagc    ggactnacac    aagcttgctt
61      ttgtaagtta    gcggcggacg    ggtgagtaac    acgtgggcaa    cctgccctta    agactgggat
121     aacttcggga    aaccggagct    aataccggat    aatataaaga    acctcctggt    tctttattga
181     aagatggttt    cggctatcgc    ttatggatgg    gcccgcggcg    cattagctag    ttggtgaggt
241     aacggctcac    caagccaacg    atgcgtagcc    gacctgagag    ggtgatcggc    cacactggga
301     ctgagacacg    gcccagactc    ctacgggagg    cagcagtagg    gaatcttcca    caatggacga
361     aagtctgatg    gagcaacgcc    gcgtgagtga    tgaaggcctt    cgggtcgtaa    agctctgttg
421     ttagggaaga    acaagtgcga    gagtaactgc    tcgcaccttg    acggtaccta    accagaaagc
481     cacggctaac    tacgtgccag    cagccgcggt    aatacgtagg    tggcaagcgt    tgtccggaat
541     tattgggcgt    aaagcgcgcg    caggtggttt    cttaagtctg    atgtgaaagc    ccacggctca
601     accgtggagg    gtcattggaa    actggggaac    ttgagtgcag    aagaggaaag    tggaattcca
661     ngtgtagcgg    tgaaatgcgt    agagatttgg    aggaacacca    gtggcgaagg    cgactttctg
721     gtctgtaact    gacactgagg    cgcgaaagcg    tggggagcaa    acaggattag    ataccctggt
781     agtccacgcc    gtaaacgatg    agtgctaagt    gttagagggt    ttccgcccctt    tagtgctgca
841     gctaacgcat    taagcactcc    gcctggggag    tacggtcgca    agactgaaac    tcaaaggaat
901     tgacgggggc    ccgcacaagc    ggtggagcat    gtggtttaat    tcgaagcaac    gcgaagaacc
961     ttaccaggtc    ttgacatcct    ctgccaaccc    tagagatagg    gcgttcccct    tcgggggaca
1021    gagtgacagg    tggtgcatgg    ttgtcgtcag    ctcgtgtcgt    gagatgttgg    gttaagtccc
1081    gcaacgagcg    caacccttga    tcttagttgc    cagcattcag    ttgggcactc    taaggtgact
1141    gccggtgaca    aaccggagga    aggtggggat    gacgtcaaat    catcatgccc    cttatgacct
```

1201	gggctacaca	cgtgctacaa	tggacggtac	aaagggcagc	aaaaccgcga	ggtcgagcca
1261	atcccagaaa	accgttctca	gttcggattg	caggctgcaa	ctcgcctgca	tgaagccgga
1321	atcgctagta	atcgcggatc	agcatgccgc	ggtgaatacg	ttcccgggcc	ttgtacacac
1381	cgcccgtcac	accacgagag	tttgtaacac	ccgaagtcgg	tggggtaacc	ttttggagcc
1441	agccgcctaa	ggtgggacag	atgattgggg	tgaagtcgta	acaaggtagc	cgtatcggaa
1501	ggtg					

87. *Bacillus halochares*（喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-87。*Bacillus halochares* Pappa et al.，2010，sp. nov.（喜盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MSS4 = DSM 21373 = LMG 24571。**★16S rRNA 基因序列号：**AM982516。**★种名释意：***halochares* 中 *halshalos* 为盐之意，*chares* 为喜好之意，故其中文名称为喜盐芽胞杆菌［Gr. n. *halshalos*，salt；N.L. part. adj. *chares*（from Gr. v. *chairo* to rejoice at，to delight in），delighting in；N.L. part. adj. *halochares*，finding pleasure in salt（salty environments）］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MSS4^T 是从希腊 Mesolongi 的日光盐场分离得到的。**★形态特征：**嗜盐，可运动、好氧、杆状。**★生理特性：**能在盐度为 1.0～4.0 mol/L 的 NaCl 溶液中增殖，最适合的盐度为 2.5 mol/L NaCl 溶液，最适合的生长温度和 pH 环境分别为 37℃和 pH 8.0。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。脲酶为阴性，淀粉酶为阳性。能水解七叶苷，但不能水解明胶、酪蛋白、吐温 80 和 DNA。不能还原硝酸盐。不产 H_2S。由下列物质产酸：D-葡萄糖、D-半乳糖、D-果糖、甘油、D-甘露醇、D-甘露糖、蔗糖、海藻糖和 D-木糖。不能由下列物质产酸：D-阿拉伯糖、乳糖、麦芽糖、棉籽糖和山梨醇。能利用下列物质作为唯一碳源和能源：淀粉、纤维二糖、乳糖、麦芽糖、核糖、蔗糖、甘油、D-甘露醇和乙酸。不能利用下列物质作为唯一碳源和能源：D-阿拉伯糖、D-果糖、D-岩藻糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、蜜二糖、棉籽糖、海藻糖、D-木糖、丁醇、半乳糖醇、乙醇、肌醇、丙醇、D-山梨醇、木糖醇、甲醇、苯甲酸、柠檬酸、甲酸、延胡索酸、丙酸、琥珀酸和缬草酸。除了 L-丙氨酸外，下列氨基酸不能作为唯一碳源、氮源和能源：L-精氨酸、天冬氨酸、L-半胱氨酸、L-苯丙氨酸、谷氨酸、L-甲硫氨酸、L-鸟氨酸、L-丝氨酸和色氨酸。**★化学特性：**主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酸和磷脂酰乙醇胺。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{18:0}$、$C_{16:0}$和 anteiso-$C_{17:0}$（占所有脂肪酸总和的 84.7%），主要呼吸醌为 MK-7，细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 47.2 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果显示，该菌株与 *B. qingdaonensis* CM1^T、*B. aidingensis* 17-5^T 和 *B. salarius* BH169^T 的同源性分别为 96.1%、96.1%和 95.5%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gggagcaggc	agatcccttc	ggggtgaaac	ctgtggaacg	agcggcggac	gggtgagtaa
61	cacgtgggca	acctgcctga	aagtccggga	taaccccggg	aaaccggagc	taataccgga
121	tgggcccatc	gaccgcctgg	tcgatgggga	aaagcgggga	tttacctcgc	gctttcagat
181	gggcccgcgg	cgcattagct	ggttggtggg	gtaagagcct	accaaggcaa	cgatgcgtag
241	ccgacctgag	agggtgatcg	gccacactgg	gactgagaca	cggcccagac	tcctacggga
301	ggcagcagta	gggaatcatc	cgcaatgggc	gaaagcctga	cggtgcaacg	ccgcgtgagt

```
361   gaagaaggtt  ttcggatcgt  aaagctctgt  tatccgagaa  gaacaaggac  cggtcgaaga
421   ggccggttcc  atgacggtac  cggatcagaa  agccccggct  aactacgtgc  cagcagccgc
481   ggtaatacgt  agggggcaag  cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagggc  gcgcaggcgg
541   tttcctaagt  ctgatgtgaa  aggccacggc  tcaaccgtgg  aatggcattg  gaaactgggg
601   aacttgagta  caggagagga  gagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg
661   tggaggaaca  ccagtggcga  aggcggctct  ctggcctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa
721   gcgtggggag  cgaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  ttgagtgcta
781   ggtgttaggg  gtttcgacgc  ccttagtgcc  gaagcaaacg  cattaagcac  tccgcctggg
841   gagtacgacc  gcaaggttga  aactcaaagg  aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag
901   catgtggttt  aattcgacgc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  cttctgatcg
961   ctccagagat  ggagttttcc  ccttcggggg  acagaatgac  aggtggtgca  tggttgtcgt
1021  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  taaccttagt
1081  tgccagcatt  gagttgggca  ctctagggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggcggg
1141  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg
1201  tacagagggc  cgcgaagccg  tgaggtggag  cgaatctcaa  aaagccattc  tcagttcgga
1261  ctgcaggctg  caactcgcct  gcatgaagcc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc
1321  cgcggtgaat  acgttcccgg  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagcttgcaa
1381  cacccgaagt  cgagttacag  gccagagagc  cgccttcgcc  actggt
```

88. *Bacillus halodurans*（耐盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-88。*Bacillus halodurans* （ex Boyer，1973）Nielsen et al.，1995，nom. rev.，comb. nov.（耐盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PN-80 = ATCC 27557 = CIP 105296 = DSM 497= LMG 7121 = NRRL B-3881。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ302709，**异名：***Bacillus alcalophilus* subsp. *Halodurans*（Boyer et al.，1973）。**★种名释意：***halodurans* 中 *halshalos* 为盐之意，*durans* 为忍耐之意，故其中文名称为耐盐芽胞杆菌（Gr. n. *halshalos*，salt；L. part. adj. *durans*，enduring；N.L. part. adj. *halodurans*，salt-enduring）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PN-80^{T} 分离自土壤。**★形态特征：**菌落白色、圆形、边缘稍微呈丝状。细胞通常呈杆状 [（0.5～0.6）μm×（3.0～4.0）μm]，芽胞椭圆形 [（0.5～0.6）μm×（0.8～1.2）μm]，端生，胞囊稍微膨大。**★生理特性：**大部分菌株（菌株 PN-31、PN-42 除外）在 pH 7.0 时能生长，最适 pH 为 9～10。生长温度为 15～55℃。菌株能稳定耐盐，12%的盐性生长良好。**★生化特性：**菌株能水解吐温 40、吐温 60、酪蛋白、明胶、淀粉和支链淀粉。大部分菌株不能水解吐温 20（菌株 PN-62、PN-80 除外）、马尿酸盐（菌株 PN-31 除外），硝酸盐的量没有减少（菌株 PN-31、PN-42 除外）。MUG 不能水解，苯基丙氨酸也没有减少。碳源利用情况表现在可以在 L-阿拉伯糖、半乳糖、木糖醇、纤维糖、甘露糖、N-乙酰氨基葡萄糖和 2-酮基葡萄糖酸下生长，但不能在半乳糖醇、山梨醇、甲基 α-D-甘露糖苷和 D-己酮糖下生长。**★分子特性：**DNA G+C 含量为 42.1 mol%～43.9 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggctcaggac  gaacgctggc  ggcgtgccta  atacatgcaa  gtcgagcgga  ccaaagggag
61    cttgctcctg  gaggttagcg  gcgaacgggt  gagtaacacg  tgggcaacct  gcctgtaaga
121   ctgggataac  atcgagaaat  cggtgctaat  accggataat  aaaaagaact  gcatggttct
```

```
181   tttttgaaag  atggtttcgg  ctatcactta  cagatgggcc  cgcggcgcat  tagctagttg
241   gtggggtaac  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt  gatcggccac
301   actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  tcttccgcaa
361   tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgatga  aggttttcgg  atcgtaaaac
421   tctgttgtta  gggaagaaca  agtgccgttc  gaaagggcgg  caccttgacg  gtacctaacg
481   agaaagccac  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggtgg  caagcgttgt
541   ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggtctctt  aagtctgatg  tgaaagcccc
601   cggctcaacc  ggggagggtc  attggaaact  gggagacttg  agtacagaag  aggagagtgg
661   aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaggcga
721   ctctctggtc  tgtaactgac  gctgaggcgc  gaaagcgtgg  ggagcaaaca  ggattagata
781   ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgagt  gctaggtgtt  aggggtttcg  acgcccttag
841   tgccgaagtt  aacacattaa  gcactccgcc  tggggagtac  gaccgcaagg  ttgaaactca
901   aaggaattga  cgggggcccg  cacaagcagt  ggagcatgtg  gtttaattcg  aagcaacgcg
961   aagaacctta  ccaggtcttg  acatcctttg  accaccctag  agatagggct  ttccccttcg
1021  ggggacaaag  tgacaggtgg  tgcatggttg  tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgggtt
1081  aagtcccgca  acgagcgcaa  cccttgacct  tagttgccag  cattcagttg  ggcactctaa
1141  ggtgactgcc  ggtgacaaac  cggaggaagg  tggggatgac  gtcaaatcat  catgcccctt
1201  atgacctggg  ctacacacgt  gctacaatgg  atggtacaaa  gggttgcgaa  gccgcgaggt
1261  gaagccaatc  ccagaaagcc  attctcagtt  cggattgcag  gctgcaactc  gcctgcatga
1321  agccggaatt  gctagtaatc  gcggatcagc  atgccgcggt  gaatacgttc  ccgggccttg
1381  tacacaccgc  ccgtcacacc  acgagagttt  gtaacacccg  aagtcggtgg  ggtaaccttt
1441  tggagccagc  cgcctaaggt  gggacagatg  attggggtga  agtcgtaaca  aggtagccgt
1501  atcggaagg
```

89. *Bacillus halosaccharovorans*（嗜盐噬糖芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-89。*Bacillus halosaccharovorans* Mehrshad et al.，2013，sp. Nov（嗜盐噬糖芽胞杆菌）。**★模式菌株：**E33 = IBRC-M 10095 = DSM 25387。**★16S rRNA 基因序列号：**HQ433447。**★种名释意：***halosaccharovorans* 中 *halos* 为盐之意，*sakchâr* 为糖之意，*vorans* 为吞食之意，故其中文名称为嗜盐噬糖芽胞杆菌（Gr. n. *hals halos*，salt；Gr. n. *sakchâr*，sugar；L. part. adj. *vorans* devouring；N.L. part. adj. *halosaccharovorans* sugar-devouring halophile）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 E33^T 是从伊朗阿兰 Bidgol 超高盐度湖泊分离的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，形成芽胞，能运动。细胞杆状，（3.0～8.0）μm × 0.5 μm。芽胞椭圆形，次端生，胞囊膨大。在 HM 琼脂培养基 35℃培养 48 h 后，菌落圆形、凸起、乳白色（直径 2 mm），边缘光滑完整。严格好氧、中度嗜盐菌。**★生理特性：**菌株生长的温度为 20～45℃，最适生长温度为 40℃。适合生长的 pH 为 6.0～9.0，最适 pH 为 7.5～8.0。可在 0.5%～25% NaCl 中生长，最适为 5%～15%。**★生化特性：**过氧化氢酶反应阳性；氧化酶反应阴性。可水解七叶苷、酪蛋白、明胶、DNA、淀粉和吐温 20、吐温 40，不能水解吐温 60、吐温 80。不能还原硝酸盐。产吲哚和 H_2S。由下列物质产酸：D-葡萄糖、D-果糖、半乳糖、乳糖、蔗糖、麦芽糖、D-甘露醇、核糖和 D-木糖。甲基红和 V-P 反应、脲酶、β-半乳糖苷酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶和苯丙氨酸脱氨

酶为阴性。能利用下列物质作为唯一碳源和能源：阿拉伯糖、D-葡萄糖、半乳糖、D-甘露糖、麦芽糖、蜜二糖、D-核糖、蔗糖、甘露醇、棉籽糖、D-果糖、纤维二糖、海藻糖、水杨苷、淀粉、D-木糖、甘油、丙氨酸和脯氨酸。但能利用下列物质作为唯一碳源和能源：甘氨酸、L-精氨酸、L-天冬酰胺、L-组氨酸、L-亮氨酸、L-甲硫氨酸、苯丙氨酸、半胱氨酸、酪氨酸和缬氨酸。★**化学特性**：主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、一种未知的脂质和磷脂。特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 42.6 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与 *Bacillus niabensis* 4T19^T、*Bacillus herbersteinensis* D-1-5a^T、*Bacillus litoralis* SW-211^T 的同源性分别为 99.2%、97.3%、97.2%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与上述菌株的关联度分别为 22%、38%、19%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ggcggcgtgc  ttaatacatg  caagtcgagc  gaatctgagg  gagcttgctc  ccaaagatta
61     gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggtaa  cctgcctgta  agattgggat  aactccggga
121    aaccggagct  aataccggat  aacattttga  accgcatggt  ttgaaagatg  gtttggctgt
181    cacttacaga  tggacccgcg  gcgcattagc  tagttggtga  ggtaacggct  caccaaggca
241    acgatgcgta  gccgacctga  gaggggatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac
301    tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac  gaaagtctga  cggagcaacg
361    ccgcgtgaac  gaagaaggcc  ttcgggtcgt  aaagttctgt  tgttagggaa  gaacaagtac
421    cagagtaact  gctggtacct  tgacggtacc  taaccagaaa  gccacggcta  actacgtgcc
481    agcagccgcg  gtaatacgta  ngtggcaagc  gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgcg
541    cgcaggcggt  ttcttaagtc  tgatgtgaaa  gcccacggct  caaccgtgga  gggtcattgg
601    aaactgggga  acttgagtgc  agaagangag  agtggaattc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc
661    gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactctc  tggtctgtaa  ctgacgctga
721    ggcgcgaaag  cgtggggagc  gaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga
781    tgagtgctaa  gtgttagagg  gtttccgccc  tttagtgctg  cagcaaacgc  attaagcact
841    ccgcctgggg  agtacggtcg  caagactgaa  actcaaagga  attgacgggg  gcccgcacaa
901    gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc
961    cttcgctact  tctagagata  gaaggttccc  cttcgggggа  cgaagtgaca  ggtggtgcat
1021   ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt
1081   gatcttagtt  gccagcattc  agttgggcac  tctaaggtga  ctgccggtga  caaaccggag
1141   gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac
1201   aatggatggt  acaaagggct  gcaagactgc  gaagtcaagc  caatcccata  aaaccattct
1261   cagttcggat  tgcaggctgc  aactcgcctg  catgaagccg  gaatcgctag  taatcgcgga
1321   tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg  ccttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag
1381   agtttgtaac  acccgaagtc  ggtggggtaa  ccgtaaggag  ccagccgc
```

90. *Bacillus hemicellulosilyticus*（解半纤维素芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-90。*Bacillus hemicellulosilyticus* Nogi et al.，2005，sp. nov.（解半纤维素芽胞杆菌）。★**模式菌株**：C-11 = DSM 16731 = JCM 9152。★**16S rRNA 基因序列号**：AB043846，★**种名释意**：*hemicellulosilyticus* 中 *hemicellulosum* 为半纤维素之意，*lutikos* 为降解之意，故其中文名称为解半纤维素芽胞杆菌（N.L. neut. n. *hemicellulosum*，hemicellulose；Gr. adj. *lutikos*，able to dissolve；N.L. masc. adj. *hemicellulosilyticus*，hemicellulose-dissolving）。

【种类描述】★**菌株来源**：菌株 C-11^{T}是从人造丝废弃物中分离的。★**形态特征**：细胞杆状，（2.0～6.0）μm ×（0.3～0.5）μm，革兰氏染色不定。周生鞭毛，菌落圆形，白色椭圆形芽胞，端生。★**生理特性**：生长温度为 10～40℃，最适生长温度为 37℃。生长 pH 为 8～11，最适 pH 为 10。可在 12% NaCl 上生长，但 15%时不能生长。★**生化特性**：过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解吐温 20、吐温 40、吐温 60 和半纤维素。不能水解可溶性淀粉、明胶和酪蛋白。不产吲哚和 H_2S。可由下列物质产酸但不产气：熊果苷、纤维二糖、D-果糖、D-葡萄糖、D-乳糖、D-麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露糖、D-甘露醇、D-蜜二糖、异麦芽酮糖、D-棉籽糖、水杨苷、D-山梨醇、水苏糖、蔗糖、D-海藻糖和松二糖。★**化学特性**：主要呼吸醌型是 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$和 anteiso-$C_{17:0}$。★**分子特性**：基因组 DNA 的 G+C 含量为 36.8 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     aattcggctt agagtttgat cctggctcag gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg
61    caagtcgagc ggacagaagg gagcttgctc ccggaagtta gcggcgaacg ggtgagtaac
121   acgtgggcaa cctgccctgt agattgggat aacatcgaga aatcggtgct aataccggat
181   gatagaatga gcgtgcatgc gtttcttctc aaagatggct tcggctatca ctacaggatg
241   ggcccgcggc gcattagcta gttggtaagg taacggctta ccaaggcgac gatgcgtagc
301   cgacctgaga gggtgatcgg ccacactggg actgagacac ggcccagact cctacgggag
361   gcagcagtag ggaatcttcc gcaatggacg aaagtctgac ggagcaacgc cgcgtgagtg
421   atgaagggtt tcggctcgta aagctctgtt gttagggaag aacaagtgct agtcgaatag
481   gatggcacct tgacggtacc taaccagaaa gccacggcta actacgtgcc agcagccgcg
541   gtaatacgta ggtggcaagc gttgtccgga attattgggc gtaaagcgcg cgcaggcggt
601   cttttaagtc tgatgtgaaa gcccccggct caaccgggga gggtcattgg aaactgggag
661   acttgagtac agaagaggag agtggaattc cacgtgtagc ggtgaaatgc gtagagatgt
721   ggaggaacac cagtggcgaa ggcgactctc tggtctgtaa ctgacgctga ggcgcgaaag
781   cgtggggagc aaacaggatt agataccctg gtagtccacg ccgtaaacga tgagtgctag
841   gtgttagggg tttcgatgcc cttagtgccg aagttaacac attaagcact ccgcctgggg
901   agtacgaccg caaggttgaa actcaaagga attgacgggg gcccgcacaa gcagtggagc
961   atgtggttta attcgaagca acgcgaagaa ccttaccagg tcttgacatc ctttgaccac
1021  tctagagata gagctttccc cttcgggggа caaagtgaca ggtggtgcat ggttgtcgtc
1081  agctcgtgtc gtgagatgtt gggttaagtc ccgcaacgag cgcaaccctt gatcttagtt
1141  gccagcattc agttgggcac tctaaggtga ctgccggtga caaaccggag gaaggtgggg
1201  atgacgtcaa atcatcatgc cccttatgac ctgggctaca cacgtgctac aatggatggt
1261  acaaagggca gcgaagccgc gaggtgaagc caatcccata aagccattct cagttcggat
1321  tgtaggctgc aactcgccta catgaagccg gaattgctag taatcgcgga tcagcatgcc
1381  gcggtgaata cgttcccggg ccttgtacac accgcccgtc acaccacgag agtttgtaac
1441  acccgaagtc ggtggggtaa ccttttggag ccagccgcct aaggtgggac agatgattgg
1501  ggtgaagtcg taacaaggta accaagccga attcc
```

91. *Bacillus hemicentroti*（海胆芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-91。*Bacillus hemicentroti* Chen et al.，2011，sp. nov.（海胆芽胞杆菌）。★**模式菌株**：JSM 076093 = DSM 23007 = KCTC 13710。★**16S rRNA 基因序列号**：

HM460885。**★种名释意：***hemicentroti*意为模式菌株分离自马粪海胆，故中文名称为海胆芽胞杆菌［N.L. gen. n. *hemicentroti*，of *Hemicentrotus*（*Hemicentrotus pulcherrimus*，a sea urchin），the source of isolation of the organism］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JSM 076093^{T} 是从我国南海硇洲岛的马粪海胆（*Hemicentrotus pulcherrimus*）中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.9）μm×（2.5～3.5）μm］、革兰氏阳性、兼性厌氧、单生、成对或短链状生长，形成芽胞、椭圆形、次端生、胞囊不膨大。含 3% NaCl 的 MA 培养基中培养形成的菌落直径为 3～4 mm、呈黄色、扁平、不透明、表面光滑、边缘圆形。无扩散色素。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 5～40℃、6.0～10.5 和 0.5%～25%（w/v）；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30～35℃、pH 8.0 和 5%～8%。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐被还原为亚硝酸盐。能发酵葡萄糖。甲基红反应和脲酶为阳性，苯丙氨酸脱氨酶为阴性。不产 H_2S 和吲哚。V-P 反应为阴性。能水解七叶苷、酪蛋白、明胶、淀粉和吐温 20、吐温 40 和吐温 60，不能水解纤维素、DNA、次黄嘌呤、吐温 80 和黄嘌呤。利用下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、D-果糖、D-葡萄糖、糖原、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、棉籽糖、淀粉、蔗糖、D-甘露醇和 D-山梨醇。不能利用下列化合物产酸：纤维二糖、D-半乳糖、乳糖、松三糖、L-鼠李糖、D-核糖、海藻糖、D-木糖、苦杏仁苷、D-水杨苷、核糖醇、半乳糖醇、甘油、肌醇或 N-乙酰氨基葡糖。能利用下列化合物为唯一碳源、氮源或能源：L-阿拉伯糖、糊精、D-果糖、D-葡萄糖、麦芽糖、蜜二糖、D-核糖、蔗糖、D-甘露醇、葡萄糖酸、L-丙氨酸和 L-天冬酰胺。不能利用下列物质为唯一碳源、氮源和能源：纤维二糖、D-半乳糖、糖原、乳糖、D-甘露糖、松三糖、棉籽糖、L-鼠李糖、海藻糖、D-木糖、苦杏仁苷、D-水杨苷、核糖醇、D-阿糖醇、甘油、肌醇、D-山梨醇、乙酸盐、丁酸盐、柠檬酸盐、丙酸盐、琥珀酸盐、N-乙酰葡萄糖胺、L-精氨酸、L-谷氨酸、甘氨酸、L-组氨酸、羟基-L-脯氨酸、L-异亮氨酸、L-亮氨酸、L-甲硫氨酸、L-苯丙氨酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸或 L-缬氨酸。下列酶活性为阳性：酸性磷酸酶、碱性磷酸酶、α-胰凝乳蛋白酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、β-半乳糖苷、α-葡萄糖苷酶、亮氨酸芳基酰胺和萘酚 AS-BI-磷酸水解酶。但下列酶活性为阴性：半胱氨酸芳基酰胺酶、α-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、酯酶（C14）、α-甘露糖苷酶、胰蛋白酶或缬氨酸芳基酰胺酶。**★化学特性：**细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油和一种未知的磷脂。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{14:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.8 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 JSM 076093^{T} 与 *B. hwajinpoensis* SW-72^{T} 和 *B. algicola* KMM 3737^{T} 的同源性分别为 99.1%和 97.3%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 JSM 076093^{T} 与 *B. hwajinpoensis* DSM 16206^{T} 和 *B. algicola* KCTC 13005^{T} 的关联度分别为（30.7±3.2）%和（10.5±1.5）%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gctggcggcg   tgcctaatac   atgcaagtcg   agcggagatt   tgggagcttg   ctcccaaatc
61    ttagcggcgg   acgggtgagt   aacacgtggg   caacctgccc   tgcagactgg   gataactccg
121   ggaaaccgga   gctaataccg   ggtaatacat   cgcaccgcat   ggtgcaatgt   tgaaagttgg
181   ctttctgagc   taacactgca   ggatgggccc   gcggcgcatt   acctagttgg   taaggtaagg
```

```
241   gcttaccagg gcgacgatgc gtagccgacc ggagaggggg atcggccaca ctgggactga
301   aacacggccc aaactcctac gggaggcagc agtagggaat cttccgcaag ggacaaaagt
361   ctgacggagc aacgccgcgt gagtgacaaa ggccttcggg tcgtaaagct ctgttgttag
421   ggaaaaacaa gtaccgttcg aatagggcgg taccttgacg gtacctaacc aaaaagccac
481   ggctaactac ttgccaccag ccgcggtaat acgtaggtgg caagcgttgt ccggaattat
541   tgggcgtaaa gcgcgcgcag gcggtctttt aagtctgatg tgaaagccca cggctcaacc
601   gtggagggtc attggaaact ggaggacttg agtgcagaag aggagagtgg aattccacgt
661   gtagcggtga aatgcgtaga tatgtggagg aacaccagtg gcgaaggcgg ctctctggtc
721   tgtaactgac gctgaggcgc gaaagcgtgg ggagcaaaca ggattagata ccctggtagt
781   ccacgccgta aacgatgagt gctaggtgtt ggggggttcc acccctcagt gctgaagtta
841   acacattaag cactccgcct gggggagtac gaccgcaagg ttgaaactca aaggaattga
901   cgggggcccg cacaagcagt ggagcatgtg gtttaattcg aagcaacgcg aagaacctta
961   ccaggtcttg acatcctctg acaatcctgg agacaggacg ttccccttcg ggggacagag
1021  tgacaggtgg tgcatggttg tcgtcagctc gtgtcgtgag atgttgggtt aagtcccgca
1081  acgagcgcaa cccttgatct tagttgccag cattcagttg ggcactctaa ggtgactgcc
1141  ggtgacaaac cggaggaagg tggggatgac gtcaaatcat catgcccctt atgacctggg
1201  ctacacacgt gctacaatgg acggtacaaa gggcagcaac accgcgaggt gaagcgaatc
1261  ccataaagcc gttctcagtt cggattgcag gctgcaactc gcctgcatga agccggaatt
1321  gctagtaatc gcggatcagc atgccgcggt gaatacgttc ccgggccttg tacacaccgc
1381  ccgtcacacc acgagagttt gtaacacccg aagtcggtgg ggtaaccttt atggagccag
1441  ccgccgaagg tgggacaaat gattggggtg aagtcgtaac aa
```

92. *Bacillus herbersteinensis*（黑布施泰因芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-92。*Bacillus herbersteinensis* Wieser et al.，2005，sp. nov.（黑布施泰因芽胞杆菌）。**★模式菌株：**D-1，5a = CCM 7228 = DSM 16534。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ781029。**★种名释意：***herbersteinensis* 意为模式菌株分离自奥地利黑布施泰因城堡，故其中文名称为黑布施泰因芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *herbersteinensis*，pertaining to Castle Herberstein in Styria，in which the chapel with the medieval wall painting is located from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 D-1，5a^{T} 分离自奥地利施蒂利亚州黑布施泰因城堡已损坏的壁画中。**★形态特征：**细胞呈杆状、可运动、革兰氏阳性。芽胞椭圆形，端生，胞囊膨大。在 PYES 培养基上菌落呈乳黄色，略隆起，不规则，进一步生长呈半透明。**★生理特性：**生长温度为 4～28℃，可在 0、1%、3%、5% NaCl 中生长，不可在 7%或 10% NaCl 中生长。在缓冲介质中，生长 pH 为 7（弱）、8、9。在非缓冲介质中，生长 pH 为 7（弱）、8、9、10、11、12，不能再 pH 6 条件下生长。**★生化特性：**过氧化氢酶阳性。硝酸还原反应和溶血反应阴性，可水解淀粉、β-D-吡喃半乳糖苷对硝基苯酚、α-D-吡喃葡萄糖苷对硝基苯酚、β-D-吡喃葡萄糖苷对硝基苯酚和双对硝基苯酚磷酸盐，不能水解 β-D-木糖苷对硝基苯酚、对硝基苯酚苯基膦酸、对硝基苯酚磷酸胆碱、2-脱氧胸苷-5′-硝基苯酚磷酸盐、L-丙氨酸对硝基苯胺、L-谷氨酸γ-3-羧基-对硝基苯胺、L-脯氨酸硝基苯胺和硝基苯酚 β-D-葡萄糖苷酸。不能由下列物质产酸：核糖醇、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、纤维二糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、葡萄糖、肌醇、乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-

甘露糖、蜜二糖、甲基-D-葡萄糖苷、棉籽糖、鼠李糖、水杨苷、山梨醇、蔗糖、海藻糖或 D-木糖。可利用 N-乙酰葡萄糖胺、L-阿拉伯糖（弱）、熊果苷（弱）、D-纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、葡萄糖酸、D-葡萄糖、D-麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、α-D-蜜二糖、L-鼠李糖、D-核糖、水杨苷、D-山梨醇、D-蔗糖、D-海藻糖、D-木糖、乙酸乙酯（弱）、顺乌头酸（弱）、L-天冬氨酸盐、柠檬酸盐、延胡索酸盐、DL-3-羟基丁酸盐、DL-乳酸、L-苹果酸、L-鸟氨酸（弱）、2-酮戊二酸（弱）、丙酮酸和 L-脯氨酸，不能利用核糖醇、肌醇、麦芽糖醇、腐胺、壬二酸、戊二酸、衣康酸、反式乌头酸、己二酸酯、丙酸酯、4-氨基丁酸、4-羟基肉桂酸、中康酸、辛二酸酯、L-丙氨酸、β-丙氨酸、L-丝氨酸、L-亮氨酸、L-苯丙氨酸、L-色氨酸、L-组氨酸、3-羟基苯甲酸和苯乙酸。**★化学特性：**脂肪酸含量为 iso-$C_{14:0}$（8.7%～14.2%）、$C_{14:0}$（0～0.5%）、iso-$C_{15:0}$（17.7%～27.4%）、anteiso-$C_{15:0}$（17.0～23.4%）、$C_{15:0}$（1.9%～3.2%）、$C_{16:1\omega7c}$（2.9%～5.1%）、$C_{16:1\omega11c}$（1.9%～2.4%）、iso-$C_{16:0}$（8.4%～15.8%）、$C_{16:0}$（4.8%～5.9%）、iso-$C_{17:1\omega10c}$（2.4%～2.5%）、iso-$C_{17:1\omega5c}$（1.0%）、iso-$C_{17:0}$（3.7%～5.1%）、anteiso-$C_{17:0}$（1.1%～1.2%）和 $C_{17:0}$（1.1%～1.6%）。其细胞壁中的二氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要极性脂质为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和未知的糖脂类，还包括中度少量的未知糖脂类、2 种磷脂和 4 种极性脂类。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.2 mol%～36.9 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与 *Bacillus fastidiosus* DSM 91^T、*Bacillus indicus* SD/3^T、*Bacillus cibi* JG-30^T、*Bacillus megaterium* IAM 13418^T、*Bacillus cohnii* DSM 6308^T、*Bacillus bataviensis* LMG 21833^T、*Bacillus soli* LMG 21838^T 的同源性在 96.0%～96.1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     acgaacgctg  gcggcgtgcc  taatacatgc  aagtcgagcg  gacatttgag  agcttgctct
61    caaatgttag  cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtgggtaac  ctgcctgtaa  gattgggata
121   actccgggaa  accggagcta  ataccggata  acattttgaa  ccgcatggtt  cgaaattgaa
181   agatggcttt  cgrctatcac  ttacagatgg  acccgcggcg  cattagctag  ttggtgaggt
241   aatggctcac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga
301   ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg  caatggacga
361   aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgaacga  tgaaggcctt  cgggtcgtaa  agttctgttg
421   ttagggaaga  acaagtacca  gagtaactgc  tggtaccttg  acggtaccta  accagaaagc
481   cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  tggcaagcgt  tgtccggaat
541   tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggttt  tttaagtctg  atgtgaaagc  ccacggctca
601   accgtggagg  gtcattggaa  actggagaac  ttgagtgcag  aagaggagag  cggaattcca
661   cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cggctctctg
721   gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag  ataccctggt
781   agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagagggt  ttccgccctt  tagtgctgca
841   gcaaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggtcgca  agactgaaac  tcaaaggaat
901   tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc
961   ttaccaggtc  ttgacatcct  ctgacaaccc  tagagatagg  gcgttcccct  tcgggggaca
1021  gagtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081  gcaacgagcg  caacccttga  tcttagttgc  cagcatttag  ttgggcactc  taaggtgact
1141  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct
1201  gggctacaca  cgtgctacaa  tggatggtac  aaagggctgc  garaccgcga  ggttaagcga
```

1261	atcccataaa	accattctca	gttcggattg	caggctgcaa	ctcgcctgca	tgaagctgga
1321	atcgctagta	atcgcggatc	agcatgccgc	ggtgaatacg	ttcccgggcc	ttgtacacac
1381	cgcccgtcac	accacgagag	tttgtaacac	ccgaagtcgg	tggggtaacc	gtaaggagcc
1441	agccgcctaa	ggtggacaga	tgat			

93. *Bacillus horikoshii*（堀越氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-93。*Bacillus horikoshii* Nielsen et al.，1995，sp. nov.（堀越氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PN-121 = ATCC 700161 = CIP 105300 = DSM 8719 = LMG 17946。**★16S rRNA 基因序列号：**AB043865。**★种名释意：***horikoshii* 意为 Horikoshi，旨在纪念日本微生物学家 Koki Horikoshi，故其中文名称为堀越氏芽胞杆菌（N.L. gen. n. *horikoshii*，of Horikoshi；named after the Japanese microbiologist Koki Horikoshi）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PN-121^T 是从土壤中分离的。**★形态特征：**细胞通常呈杆状，（0.6～0.7）μm ×（2.0～4.0）μm。芽胞椭圆形［（0.5～0.7）μm ×（0.7～1.2）μm］，端生，胞囊稍微膨大。菌落小、圆形、边缘整齐、表面光泽、乳白色。**★生理特性：**菌株在 pH 7.0 时能生长，最适 pH 为 8.0。生长温度为 10～40℃。菌株耐盐性中等，最高耐盐性 8%～9%。**★生化特性：**菌株能水解酪蛋白、马尿酸盐、明胶、淀粉和支链淀粉。3/4 的菌株能水解吐温 40、吐温 60。菌株不能水解 MUG、吐温 20。在核糖、D-木糖、L-阿拉伯糖、半乳糖、鼠李糖、山梨醇、乳糖、蜜二糖、松三糖、D-棉籽糖、D-己酮糖下不能生长。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.1 mol%～42.0 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gagtttgatc	ctggctcagg	acgaacgctg	gcggcgtgcc	taatacatgc	aagtcgagcg
61	gatctttcaa	aagcttgctt	ttggaaggtc	agcggcggac	gggtgagtaa	cacgtgggca
121	acctgcctgt	gagactggga	taacttcggg	aaaccggagc	taataccgga	taatataagg
181	aacctcctgg	ttctttattg	aaagatggtt	tcggctatca	ctcacagatg	ggcccgcggc
241	gcattagcta	gttggtgagg	taacggctca	ccaaggcgac	gatgcgtagc	cgacctgaga
301	gggtgatcgg	ccacactggg	actgagacac	ggcccagact	cctacgggag	gcagcagtag
361	ggaatcttcc	acaatggacg	aaagtctgat	ggagcaacgc	cgcgtgagcg	atgaaggcct
421	tcgggtcgta	aagctctgtt	gttagggaag	aacaagtgcg	agagtaactg	ctcgcacctt
481	gacggtacct	aaccagaaag	ccacggctaa	ctacgtgcca	gcagccgcgg	taatacgtag
541	gtggcaagcg	ttgtccggaa	ttattgggcg	taaagcgcgc	gcaggtggtc	ctttaagtct
601	gatgtgaaag	cccacggctc	aaccgtggag	ggtcattgga	aactggggga	cttgagtgca
661	gaagaggaaa	gtggaattcc	aagtgtagcg	gtgaaatgcg	tagagatttg	gaggaacacc
721	agtggcgaag	gcgactttct	ggtctgtaac	tgacactgag	gcgcgaaagc	gtggggagca
781	aacaggatta	gataccctgg	tagtccacgc	cgtaaacgat	gagtgctaag	tgttagaggg
841	tttccgccct	ttagtgctgc	agctaacgca	ttaagcactc	cgcctgggga	gtacggtcgc
901	aagactgaaa	ctcaaaggaa	ttgacggggg	cccgcacaag	cggtggagca	tgtggtttaa
961	ttcgaagcaa	cgcgaagaac	cttaccaggt	cttgacatcc	tctgccactc	ctagagatag
1021	gacgttcccc	ttcgggggac	agagtgacag	gtggtgcatg	gttgtcgtca	gctcgtgtcg
1081	tgagatgttg	ggttaagtcc	cgcaacgagc	gcaacccttg	atcttagttg	ccagcattca
1141	gttgggcact	ctaaggtgac	tgccggtgac	aaaccggagg	aaggtgggga	tgacgtcaaa
1201	tcatcatgcc	ccttatgacc	tgggctacac	acgtgctaca	atggacggta	caaagggcag

1261	caaaaccgcg	aggtcgagcc	aatcccataa	aaccgttctc	agttcggatt	gcaggctgca
1321	actcgcctgc	atgaagccgg	aatcgctagt	aatcgcggat	cagcatgccg	cggtgaatac
1381	gttcccgggc	cttgtacaca	ccgcccgtca	caccacgaga	gtttgtaaca	cccgaagtcg
1441	gtggggtaac	cttttggagc	cagccgccta	aggtgggaca	gatgattggg	gtgaagtcgt
1501	aacaaggtaa	cccctgaatt	c			

94. *Bacillus horneckiae*（霍氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-94。*Bacillus horneckiae* Vaishampayan et al.，2010，sp. nov.（霍氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**1P01SC = MTCC 9535 = NRRL B-59162。**★16S rRNA 基因序列号：**EU861362。**★种名释意：***horneckiae* 意为 Horneck，旨在纪念德国天体微生物学家 Gerda Horneck，故其中文名称为霍氏芽胞杆菌（N.L. gen. fem. n. *horneckiae*，of Horneck，named after Dr Gerda Horneck，a German space microbiologist who carried out pioneering work in exposing spores to several space and radiation conditions）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 1P01SC^T 分离自美国肯尼迪航天中心洁净间 PHSF 的表面。**★形态特征：**营养细胞呈杆状，直径 1～1.5 μm，长度 4～6 μm，可运动，革兰氏阳性。芽胞椭圆形，端生，能够抵抗 UV 辐射 1000 J/m^2。在 TSA 培养基上 32℃培养 24 h 后菌落呈淡黄色，扁平，直径 3 mm，不能染色及边缘不规则。**★生理特性：**最适培养温度为 30℃，菌株不能在低于 4℃或 50℃生长。细胞在无 NaCl 添加和 10%（w/v）NaCl 时能够生长，生长 pH 10.8 以下，最适培养 pH 为 7.0。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性。硝酸盐还原成亚硝酸盐。明胶水解为阳性，氧化酶、产吲哚、葡萄糖发酵、精氨酸双水解酶、脲酶、七叶苷水解和 β-半乳糖苷酶（OPNG）为阴性。可利用麦芽糖、葡萄糖酸钾、己二酸、苹果酸和柠檬酸三钠作为唯一碳源。不能利用 D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-甘露糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、癸酸和 2-苯基乙酸。不能由下列物质产酸：甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖和 L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、异麦芽酮糖、松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸和 5-酮基葡萄糖酸。菌株 1P01SC^T 和 1P02SA 的明胶水解反应呈阳性，其他三株呈弱阴性。**★化学特性：**菌株 1P01SC^T 和 1P02SA 的主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$。肽聚糖中的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35.6 mol%± 0.5 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与 *Bacillus pocheonensis*、*Bacillus firmus*、*Bacillus bataviensis* 的同源性约为 97%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与上述菌株的关联度低于 24%。16S rRNA 基因序列如下。

1	ctgggataac	ttcgggaaac	cggagctaat	accggataat	ccctttcctc	acatgaggaa
61	aggctgaaag	acggcgtcta	gctgtcactt	acagatgggc	ccgcggcgca	ttagctagtt
121	ggtgaggtaa	cggctcacca	aggccacgat	gcgtagccga	cctgagaggg	tgatcggcca
181	cactgggact	gagacacggc	ccagactcct	acgggaggca	gcagtaggga	atcttccgca

241	atggacgaaa	gtctgacgga	gcaacgccgc	gtgagtgatg	aaggttttcg	gatcgtaaaa
301	ctctgttgtt	agggaagaac	aagtatcgga	gtaactgccg	gtaccttgac	ggtacctaac
361	cagaaagcca	cggctaacta	cgtgccagca	gccgcggtaa	tacgtaggtg	gcaagcgttg
421	tccggaatta	ttgggcgtaa	agcgcgcgca	ggtggttcct	taagtctgat	gtgaaagccc
481	acggctcaac	cgtggagggt	cattggaaac	tggggaactt	gagtgcagaa	gaggaaagtg
541	gaattccaag	tgtagcggtg	aaatgcgtag	agatttggag	gaacaccagt	ggcgaaggcg
601	actttctggt	ctgtaactga	cactgaggcg	cgaaagcgtg	gggagcgaac	aggattagat
661	accctggtag	tccacgccgt	aaacgatgag	tgctaagtgt	tagagggttt	ccgcccttta
721	gtgctgcagc	aaacgcatta	agcactccgc	ctggggagta	cgaccgcaag	gttgaaactc
781	aaaggaattg	acgggggccc	gcacaagcgg	tggagcatgt	ggtttaattc	gaagcaacgc
841	gaagaacctt	accaggtctt	gacatcctct	gacaatccta	gagataggac	gttccccttc
901	gggggacaga	gtgacaggtg	gtgcatggtt	gtcgtcagct	cgtgtcgtga	gatgttgggt
961	taagtcccgc	aacgagcgca	acccttgatc	ttagttgcca	gcattcagtt	gggcactcta
1021	aggtgactgc	cggtgacaaa	ccggaggaag	gtggggatga	cgtcaaatca	tcatgcccct
1081	tatgacctgg	gctacacacg	tgctacaatg	gatggtacaa	agggctgcaa	gaccgcgagg
1141	tttagccaat	cccataaaac	cattctcagt	tcggattgca	ggctgcaact	cgcctgcatg
1201	aagccggaat	cgctagtaat	cgcggatcag	catgccgcgg	tgaatacgtt	cccgggcctt
1261	gtacacaccg	cccgtcacac	cacgagagtt	tgtaacaccc	gaagtcggtg	gggtaacctt
1321	tggagccagc	cgcctaaggt	ggacagatga	tggg		

95. *Bacillus horti*（花园芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-95。*Bacillus horti* Yumoto et al.，1998，sp. nov.（花园芽胞杆菌）。**★模式菌株：**K13 = ATCC 700778 = CIP 105746 = DSM 12751 = JCM 9943 = LMG 18497。**★16S rRNA 基因序列号：**D87035。**★种名释意：***horti* 为花园之意，故其中文名称为花园芽胞杆菌（L. gen. n. *horti*，of/from a garden）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 K13^T 分离自日本北海道厚真町的土壤样品。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，杆状 [（0.6～0.8）μm ×（1.5～6.0）μm]，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，次端生。菌落呈白色。**★生理特性：**生长 pH 7，最适 pH 8～10。能够在 10% NaCl 中生长，不能在 15% NaCl 中生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。可将硝酸盐还原为亚硝酸盐。在 pH 10 的条件下，由 D-葡萄糖、D-木糖、D-核糖和 D-果糖产酸但不产气，不能由蜜二糖、棉籽糖、山梨醇、D-阿拉伯糖、L-鼠李糖、肌醇、赤藓糖醇、D-半乳糖和蔗糖产酸。可水解酪蛋白、明胶、淀粉和 DNA，不能水解吐温 20、吐温 40、吐温 60 或吐温 80。对苯基丙氨酸不能进行脱氨基反应。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（38%～42%）和 anteiso-$C_{15:0}$（27%～30%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.2 mol%～40.9 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc	gagtgaaact	gacggaagcc
61	ttcgggtgga	agacagtgga	tctagcggcg	gacgggtgag	taacacgtag	gcaacctgcc
121	tgtaagatgg	ggataactcc	gggaaaccgg	agctaatacc	gaataatcgt	tttgctcgca
181	tgagcaaaag	gtgaaaggtg	gcgcaastac	cgcttacaga	tgggcctgcg	gcgcattagc
241	tagttggtga	ggtaacggct	caccaaggcg	acgatgcgta	gccgacctga	gagggtgatc

```
301   ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga  ctctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc
361   ggcaatggac  gaaagtctga  ccgagcaacg  ccgcgtgagt  gaagaaggtt  ttcggattgt
421   aaaactctgt  tgttagggaa  gaacaagtat  cggttgaata  agccggtacc  ctgacggtac
481   ctaacgagaa  agccccggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  agggggcaag
541   cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  tctcttaagt  ctgatgtgaa
601   agcccacggc  tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactggga  gacttgagtg  taggagagga
661   aagcggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga
721   aggcggcttt  ctggcctata  actgacgctg  aggcgcgaaa  nnntggggag  caaacaggat
781   tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  ggtgttaggg  gtttcgatac
841   ccttagtgcc  gacgctaacg  caataagcac  tccgcctggg  gagtacggcc  gcaaggctga
901   aactcaaagg  aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  catgtggttt  aattcgaagc
961   aacgcgaaga  accttaccag  gacttgacat  ccctctgaat  cctctagaga  tagaggcgac
1021  cttcgggaca  gaggtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg
1081  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaaccctta  atcttagttg  ccagcattca  gttgggcact
1141  ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc
1201  ccttatgtcc  tgggctacac  acgtgctaca  atgggcagta  caaagggtag  cgaagcgcga
1261  ggtggagcca  atcccataaa  gctgctctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca
1321  tgaagccgga  attgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggtc
1381  ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  tttgtaacac  ccgaagtcgg  tgaggtaacc
1441  ttttggagcc  agccgcctaa  ggtgggatag  atgattgggg  tgaagtcgta  acaaggtagc
1501  cgtatcggaa  gg
```

96. *Bacillus huizhouensis*（惠州芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-96。*Bacillus huizhouensis* Li et al.，2014，sp. nov.（惠州芽胞杆菌）。**★模式菌株：**GSS03 = CCTCC AB 2013237 = KCTC 33172。**★16S rRNA 基因序列号：**KJ464756。**★种名释意：***huizhouensis* 意为模式菌株分离自我国广东惠州，故其中文名称为惠州芽胞杆菌（hui.zhou.en′sis. N.L. masc.adj. *huizhouensis* of or pertaining to Huizhou，a city in Guangdong Province，from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 GSS03^T 是从水稻田土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（1.0～2.5）μm×（2.0～5.0）μm］、革兰氏阳性、兼性厌氧、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、中生、胞囊膨大。在 LA 培养基上 30℃培养 48 h 的菌落直径为 0.5～1.5 mm、圆形、凸起、光滑、白色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 16～40℃、6.5～8.0 和 0～2%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别为 35℃、7 和 1%（w/v）。在 MA 培养基上菌株不能生长。**★生化特性：**氧化酶和 β-半乳糖苷酶为阳性，过氧化氢酶为阴性。V-P 反应为阴性。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶为阴性。不能利用柠檬酸。产吲哚，不产 H_2S。能水解酪蛋白、吐温 20 和吐温 80，不能水解明胶和淀粉。能利用下列化合物产酸：甘油、半乳糖、葡萄糖、果糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖、海藻糖、棉籽糖、D-核糖、D-木糖、L-鼠李糖、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、D-纤维二糖、D-蜜二糖、D-蔗糖、松二糖、D-岩藻糖、葡萄糖酸钾和 2-酮基葡萄糖酸钾。不能利用下列化合物产酸：木糖、山梨醇、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、D-核糖醇、甘露醇、甲基 β-D-吡喃木糖苷、

L-山梨糖、半乳糖醇、肌醇、菊糖、D-松三糖、D-甘露糖、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、糖原、木糖醇、D-来苏糖、D-已酮糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、5-酮-葡萄糖酸钾。能利用下列化合物：L-鼠李糖、N-乙酰葡萄糖胺、D-核糖、D-麦芽糖、衣康酸、D-甘露醇、D-葡萄糖、水杨苷、D-山梨醇、癸酸和柠檬酸钠。不能利用下列化合物：肌醇、D-蔗糖、辛二酸、丙二酸钠、乙酸、乳酸、L-丙氨酸、5-酮基葡萄糖酸钾、糖原、3-羟基苯甲酸、L-丝氨酸、L-岩藻糖、L-阿拉伯糖、丙酸、戊酸、L-组氨酸、2-酮基葡萄糖酸钾、3-羟基苯甲酸、4-羟基苯甲酸和L-脯氨酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为MK-7。主要脂肪酸为anteiso-$C_{15:0}$。极性脂为磷脂酰乙醇胺、磷脂酰单甲基乙醇胺、二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和三种未知的极性脂质。**★分子特性：**DNA的G+C含量为40.2 mol%。16S rRNA基因序列比对结果表明菌株与GSS03^{T}与*B. psychrosaccharolyticus* DSM 6^T、*B. muralis* DSM 16288^T、*B. asahii* JCM 12112^T、*B. simplex* DSM 1321^{T}和*B. frigoritolerans* DSM 8801^{T}的同源性分别为97.61%、97.55%、97.48%、97.48%和97.38%。DNA-DNA杂交结果表明菌株GSS03^{T}与*B. psychrosaccharolyticus* DSM 6^T、*B. muralis* DSM 16288^T、*B. asahii* JCM 12112^T、*B. simplex* DSM 1321^{T}和*B. frigoritolerans* DSM 8801^{T}的关联度分别为48.0%±1.4%、44.8%±1.5%、41.1%±1.2%、37.6%±1.3%和36.6%±1.5%。16S rRNA基因序列如下。

```
1     cggcgtgcct aatacatgca agtcgagcga atgattggga gcttgctccc atgatttagc
61    ggcggacggg tgagtaacac gtgggcaacc tacctgtaag actgggataa cttcgggaaa
121   ccggagctaa taccggataa tttcttttct cgcatgagaa gagatggaaa gacggtttcg
181   gctgtcactt acagatgggc ccgcggcgca ttagctagtt ggtgaggtaa cggctcacca
241   aggccacgat gcgtagccga cctgagaggg tgatcggcca cactgggact gagacacggc
301   ccagactcct acgggaggca gcagtaggga atcttccgca atggacgaaa gtctgacgga
361   gcaacgccgc gtgagcgaag aaggccttcg ggtcgtaaag ctctgttgtt agggaagaac
421   aagtaccaga gtaactgctg gtaccttgac ggtacctaac cagaaagcca cggctaacta
481   cgtgccagca gccgcggtaa tacgtaggtg gcaagcgttg tccggaatta ttgggcgtaa
541   agcgcgcgca ggtggttcct taagtctgat gtgaaagccc acggctcaac cgtggagggt
601   cattggaaac tggggaactt gagtgcagaa gaggaaagtg gaattccacg tgtagcggcg
661   aaatgcgtag agatgtggag gaacaccagt ggcgaargcg actttctggt ctgtaactga
721   cactgaggcg cgaaagcgtg gggagcgaac aggattagat accctggtag tccacgccgt
781   aaacgatgag tgctaagtgt tagagggttt ccgcccttta gtgctgcagc taacgcatta
841   agcactccgc ctggggagta cggccgcaag gctgaaactc aaaggaattg acgggggccc
901   gcacaagcgg tggagcatgt ggtttaattc gaagcaacgc gaagaacctt accaggtctt
961   gacatcctct gacaatccta gagataggac gttccccttc gggggacaga gtgacaggtg
1021  gtgcatggtt gtcgtcagct cgtgtcgtga gatgttgggt taagtcccgc aacgagcgca
1081  acccttgatc ttagttgcca gcatttagtt gggcactcta aggtgactgc cggtgacaaa
1141  ccggaggaag gtggggatga cgtcaaatca tcatgcccct tatgacctgg gctacacacg
1201  tgctacaatg gatggtacaa agagctgcga acccgcgagg gtaagcgaat ctcataaagc
1261  cattctcagt tcggattgta ggctgcaact cgcctacatg aagccggaat cgctagtaat
1321  cgcggatcag catgccgcgg tgaatacgtt cccgggcctt gtacacaccg cccgtcacac
1381  cacgagagtt tgtaacaccc gaagtcggtg aggtaaccgc aaggagccag ccgcctaagg
1441  tgggacagat gattggggtg
```

97. *Bacillus humi*（土地芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-97。*Bacillus humi* Heyrman et al.，2005，sp. nov.（土地芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DSM 16318 = LMG 22167。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ627210。**★种名释意：***humi* 为土地之意，故其中文名称为土地芽胞杆菌（L. gen. n. *humi*，of earth，soil）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DSM 16318^T 分离自土壤。**★形态特征：**细胞小，略弯曲，圆末端，革兰氏阳性，运动性强，杆状［（0.7～0.9）μm ×（4.0～7.0）μm］，单生或对生。芽胞椭圆形或球形，次端生或端生，胞囊膨大。NA 培养基上 30℃培养 24 h 后菌落很小（钉头大小，直径约 1 mm），凸起，白色，光滑，湿润。**★生理特性：**厌氧条件下可微弱生长。最适温度为 30℃，可在 20℃生长，不能在 45℃生长。菌株可在 pH 9 条件下生长，但不能在 pH 5 条件下生长，适宜生长 pH 为 7。菌株不能在脱脂牛奶琼脂上生长，可在 7%（w/v）NaCl 中大量生长。**★生化特性：**不能水解淀粉。氧化酶和过氧化氢酶为阳性。API 20E 结果显示，硝酸盐可被还原，但 ONPG 水解、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸盐利用、产 H_2S 和吲哚、脲酶、V-P 反应和明胶水解为阴性。API 50CHB 结果表明，能水解七叶苷，且微弱产酸但不产气，也由熊果苷、乳糖和水杨苷产酸，不能由其他碳水化合物产酸。Biotype100 结果表明，可水解七叶苷和甲基-β-葡萄糖苷，D-葡萄糖胺、D-葡萄糖醛酸和 2-酮基-D-葡萄糖酸可作为唯一碳源。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（39%）和 iso-$C_{15:0}$（33%）和 iso-$C_{14:0}$（5%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.5 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gatgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc gaatttttgg gagcttgctc
61    ccaaaggtta gcggcggacg ggtgagtaac acgtgggcaa cctgcctgta agactgggat
121   aacttcggga aaccggagct aataccggat aatatatgag aycacatggt cttatattag
181   aagatggctt ttagctatca cttacagatg ggcccgcggc gcattagcta gttggtgagg
241   taacggctca ccaaggcaac gatgcgtagc cgacctgaga gggtgatcgg ccacactggg
301   actgagacac ggcccagact cctacgggag gcagcagtag ggaatcttcc gcaatggacg
361   aaagtctgac ggagcaacgc cgcgtgagcg aagaaggtct tcggatcgta aagctctgtt
421   gttagggaag aacaagtatc gttcgaatag ggcggtacct tgacggtacc taaccagaaa
481   gccacggcta actacgtgcc agcagccgcg gtaatacgta ggtggcaagc gttatccgga
541   attattgggc gtaaagcgcg cgcaggcggt ctcttaagtc tgatgtgaaa gcccacggct
601   caaccgtgga gggtcattgg aaactggggg acttgagtgc agaagaggag agcggaattc
661   cacgtgtagc ggtgaaatgc gtagagatgt ggaggaacac cagtggcgaa ggcggctctc
721   tggtctgtaa ctgacgctga ggcgcgaaag cgtggggagc gaacaggatt agataccctg
781   gtagtccacg ccgtaaacga tgagtgctaa gtgttagagg gtttccgccc tttagtgctg
841   cagcaaacgc attaagcact ccgcctgggg agtacggtcg caagactgaa actcaaagga
901   attgacgggg gcccgcacaa gcggtggagc atgtggttta attcgaagca acgcgaagaa
961   ccttaccagg tcttgacatc cttatgccat ccctagagat agggctttcc cttcggggac
1021  ataagtgaca ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc gtgagatgtt gggttaagtc
1081  ccgcaacgag cgcaaccctt gatcttagtt gccagcattt agttgggcac tctaaggtga
1141  ctgccggtga caaaccggag gaaggtgggg atgacgtcaa atcatcatgc cccttatgac
1201  ctgggctaca cacgtgctac aatggatggt acaaagggct gcgaaaccgc gaggttaagc
1261  gaatcccata aaaccattct cagttcggat tgcaggctgc aactcgcctg catgaagccg
```

```
1321    gaatcgctag   taatcgcgga   tcagcatgcc   gcggtgaata   cgttcccggg   ccttgtacac
1381    accgcccgtc   acaccacgag   agtttgtaac   acccgaagtc   ggtggggtaa   ccgcaaggag
1441    ccagccgcct   aaggtgggac   agatgattgg   ggtgaagtcg   taacaaggta   gccgtatcgg
1501    aagg
```

98. *Bacillus hunanensis*（湖南芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-98。*Bacillus hunanensis* Chen et al.，2011，sp. nov.（湖南芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JSM 081003 = DSM 23008 = KCTC 13711。**★16S rRNA 基因序列号：**HM054473。**★种名释意：***hunanensis* 意为模式菌株分离自我国湖南，故其中文名称为湖南芽胞杆菌（hu.nan.en′sis. N.L. masc. adj. *hunanensis* pertaining to Hunan Province，China，the source of the sample from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JSM 081003^{T} 分离自无盐的森林土壤。**★形态特征：**革兰氏阳性，轻度嗜盐，好氧，杆状［（1.5～3.5）μm×（0.6～0.8）μm］，可运动。芽胞椭圆形，中生，胞囊不膨大。在 MA 培养基上的菌落直径为 2～3 mm，产黄色色素、稍微凸起、不透明、表面平滑光亮、圆形边缘。**★生理特性：**生长盐浓度为 0.5%～15%（w/v）NaCl（最适 2%～4%），pH 6.5～10.5（最适 pH 为 7.5～8.5），温度为 5～40℃（最适为 30℃），无 NaCl 时不能生长。**★生化特性：**不能还原硝酸盐和亚硝酸盐。甲基红和 V-P 反应为阴性，不产 H_2S 和吲哚。能水解七叶苷、酪蛋白、明胶、淀粉、吐温 20、吐温 40 和吐温 60，不能水解纤维素、DNA 和吐温 80。能产酸的物质有：苦杏仁苷、D-葡萄糖、甘油、麦芽糖、D-甘露醇、蜜二糖和蔗糖。不能产酸的物质有：N-乙酰葡萄糖胺、核糖醇、L-阿拉伯糖、纤维二塘、半乳糖醇、D-果糖、D-半乳糖、糖原、肌醇、乳糖、D-甘露糖、松三糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-水杨苷、D-山梨醇、海藻糖和 D-木糖。可作为唯一碳源、氮源和能源物质的有：N-乙酰葡萄糖胺、十六烷基葡萄糖胺、葡聚糖、D-果糖、D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露糖、蔗糖、D-甘露醇、柠檬酸和 L-天冬氨酸。不能被利用的物质有：L-阿拉伯糖、纤维二塘、D-半乳糖、乳糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-水杨苷、海藻糖、D-木糖、核糖醇、D-阿糖醇、甘油、肌醇、D-山梨醇、乙酸、丁酸、葡萄糖酸、丙酸、琥珀酸、L-丙氨酸、L-精氨酸、L-谷氨酸、甘氨酸、L-组氨酸、L-羟基脯氨酸、L-异亮氨酸、L-亮氨酸、L-甲硫氨酸、L-苯丙氨酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸和 L-缬氨酸。组成型酶为酸性磷酸酶和碱性磷酸酶、α-胰凝乳蛋白酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、β-葡萄糖苷酶、酯酶（C14）和 α-甘露糖苷酶。未检测到精氨酸双水解酶、胱氨酸芳基酰胺酶、α-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、亮氨酸芳基酰胺酶、赖氨酸脱羧酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、鸟氨酸脱羧酶、苯丙氨酸脱氨酶、胰蛋白酶、脲酶和缬氨酸芳基酰胺酶的酶活性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖中含有 *meso*-二氨基庚二酸，主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{14:0}$。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.9 mol%。16S rRNA基因序列比对结果表明该菌与 *Bacillus lehensis*、*Bacillus oshimensis*、*Bacillus patagoniensis* 的同源性约为 99.6%、99.4%、96.6%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与上述菌株的关联度低于 70%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     taatacatgc aagtcgagcg gacagaaggg agcttgctcc cggaagtcag cggcggacgg
61    gtgagtaaca cgtaggtaac ctgcccctta gactgggata actccgggaa accggagcta
121   atacgggata atagagagaa tcacctgatt ctcttttgaa agacggtttc ggctgtcact
181   aagggatggg cctgcggcgc attagctagt tggtaaggta acggcttacc aaggcgacga
241   tgcgtagccg acctgagagg gtgatcggcc acactgggac tgagacacgg cccagactcc
301   tacgggaggc agcagtaggg aatcttccgc aatggacgaa agtctgacgg agcaacgccg
361   cgtgagtgag gaaggccttc gggtcgtaaa gctctgttgt gagggaagaa caagtaccgg
421   cgtaactacc ggtaccttga cggtacctca ccagaaagcc acggctaact acgtgccagc
481   agccgcggta atacgtaggt ggcaagcgtt gtccggaatt attgggcgta aagcgcgcgc
541   aggcggcttc ttaagtctga tgtgaaatct cggggctcaa ccccgagcgg ccattggaaa
601   ctgggaagct tgagtgcaga agaggagagt ggaattccac gtgtagcggt gaaatgcgta
661   gatatgtgga ggaacaccag tggcgaaggc gactctctgg tctgtaactg acgctgaggc
721   gcgaaagcgt ggggagcaaa caggattaga taccctggta gtccacgccg taaacgatga
781   gtgctaggtg ttaggggttt cgatgcccgt agtgccgaag taaacacatt aagcactccg
841   cctggggagt acggccgcaa ggctgaaact caaaggaatt gacggggacc cgcacaagca
901   gtggagcatg tggtttaatt cgaagcaacg cgaagaacct taccaggtct tgacatcctt
961   tgaccactct ggagacagag cttcccсttc gggggcaaag tgacaggtgg tgcatggttg
1021  tcgtcagctc gtgtcgtgag atgttgggtt aagtcccgca acgagcgcaa cccttgatct
1081  tagttgccag catttagttg ggcactctaa ggtgactgcc ggtgacaaac cggaggaagg
1141  tggggacgac gtcaaatcat catgcccctt atgacctggg ctacacacgt gctacaatgg
1201  atggtacaaa gggcagcgaa accgcgaggt ggagccaatc ccataaagcc attctcagtt
1261  cggattgtag gctgcaactc gcctacatga agccggaatt gctagtaatc gcggatcagc
1321  atgccgcggt gaatacgttc ccgggtcttg tacacaccgc ccgtcacacc acgagagttt
1381  gtaacacccg aagtcggtga ggtaaccttt tgagccagcc gcctaag
```

99. *Bacillus hwajinpoensis*（花津滩芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-99。*Bacillus hwajinpoensis* Yoon et al.，2004，sp. nov.（花津滩芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SW-72 = JCM 11807 = KCCM 41641。**★16S rRNA 基因序列号：**AF541966。**★种名释意：***hwajinpoensis* 意为模式菌株分离自韩国花津滩，故其中文名称为花津滩芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *hwajinpoensis*，of Hwajinpo，a beach of the East Sea in Korea，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SW-72^T 分离自韩国东海花津浦海滩的海水。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，但老细胞革兰氏染色可变，需氧，呈杆状[（1.0～1.3）μm ×（2.5～4.0）μm]，不能运动。芽胞椭圆形，中生或次端生，胞囊膨大。在 MA 培养基上 30℃培养 3 d 后菌落光滑，圆形略不规则，微凸起，浅黄色，直径为 2～4 mm。**★生理特性：**最适生长温度为 30～35℃，菌株可在 10～40℃生长，但不能在 4℃和超过 41℃条件下生长。最适生长 pH 为 6.0～7.0，菌株可在 pH 5.0 生长，但不能在 pH 4.5 生长。最适 NaCl 浓度为 2%～5%（w/v），菌株可在 19%（w/v）NaCl 中生长，但不能在不添加 NaCl 或者大于 20%（w/v）NaCl 条件下生长。在 MA 培养基厌氧环境中不能生长。**★生化特性：**脲酶为阴性。可水解七叶苷，不能水解次黄嘌呤、酪氨酸和黄嘌呤。由水苏糖和 D-甘露醇产酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主

要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。★**分子特性**：DNA 中 G+C 含量为 40.9 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与标准菌株的同源性为 93.1%～95.2%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与 SW-93 菌株的关联度低于 21.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggagatttgg  gagcttgctc
61     ccaaatctta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  cctgccctgc  agactgggat
121    aactccggga  aaccggagct  aataccgggt  aatacatcgc  accgcatggt  gcaatgttga
181    aagttggctt  tcgagctaac  actgcaggat  gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtaag
241    gtaatggctt  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg
301    gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac
361    gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagt  gacgaaggcc  ttcgggtcgt  aaagctctgt
421    tgttagggaa  gaacaagtac  cgttcgaata  gggcggtacc  ttgacggtac  ctaaccagaa
481    agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttgtccgg
541    aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  tcttttaagt  ctgatgtgaa  agcccacggc
601    tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactggag  gacttgagtg  cagaagagga  gagtggaatt
661    ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagatatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcggctct
721    ctggtctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781    ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  ggtgttgggg  ggttccaccc  tcagtgctga
841    agttaacaca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacgaccgc  aaggttgaaa  ctcaaaggaa
901    ttgacggggg  cccgcacaag  cagtggagca  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac
961    cttaccaggt  cttgacatcc  tctgacaatc  ctggagacag  gacgttcccc  ttcgggggac
1021   agagtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc
1081   cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcattca  gttgggcact  ctaaggtgac
1141   tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc
1201   tgggctacac  acgtgctaca  atggacggta  caaagggcag  caacaccgcg  aggtgaagcg
1261   aatcccataa  agccgttctc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc  atgaagccgg
1321   aattgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggc  cttgtacaca
1381   ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgtaaca  cccgaagtcg  gtggggtaac  ctttatggag
1441   ccagccgccg  aaggtgggac  aaatgattgg  ggtgaagtcg  taacaaggta  gccgtatcgg
1501   aaggtgc
```

100. *Bacillus idriensis*（病研所芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-100。*Bacillus idriensis* Ko et al.，2006，sp. nov.（病研所芽胞杆菌）。★**模式菌株**：SMC 4352-2 = KCCM 90024 = JCM 13437。★**16S rRNA 基因序列号**：AY904033。★**种名释意**：*idriensis* 是根据韩国传染病研究所的首字母缩写 IDRI 而创造的词汇，故其中文名称为病研所芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *idriensis*，arbitrary specific epithet pertaining to IDRI，the Infectious Disease Research Institute，where this study was performed）。

【种类描述】★**菌株来源**：菌株 SMC 4352-2^T 分离自新生婴儿败血症样品。★**形态特征**：该菌需氧，革兰氏阳性。★**生理特性**：37℃于血琼脂平板上生长较好。★**生化特性**：具有过氧化氢酶活性，没有氧化酶活性。API 50CH 检测：能利用 D-木糖、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露醇、山梨醇、甲基-α-葡萄糖苷、N-乙酰-D-氨基葡萄糖、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、麦芽糖、蜜糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖、淀粉、糖原、葡萄糖

酸盐、甘油、核糖、甘露糖、肌醇、木糖、异麦芽酮糖和 5-酮基葡萄糖酸产酸、但不能利用纤维二糖、乳糖和菊糖产酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（26.0%），其次是 iso-$C_{15:0}$（18%）和 iso-$C_{17:0}$（6.9%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.2 mol%。16S rRNA 基因序列显示，SMC 4352-2^T 与 *B. cibi* 菌株有 97%的同源性，DNA-DNA 关联度为 23%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cctaatacat  gcaagtcgag  cggacttgct  ggagcttgct  ccagcaggtt  agcggcggac
61    gggtgagtaa  cacgtgggca  acctgcctgt  aagactggga  taactccggg  aaaccggagc
121   taataccgga  tagtatcttg  aaccgcatgg  ttcaagttgg  aaagacggtt  tcggctgtca
181   cttacagatg  ggcccgcggc  gcattagcta  gttggtgagg  taatggctca  ccaaggcaac
241   gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact
301   cctacgggag  gcagcagtag  ggaatcttcc  gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc
361   cgcgtgagtg  atgaaggttt  tcggatcgta  aaactctgtt  gttagggaag  aacaagtgcg
421   agagtaactg  ctcgcacctt  gacggtacct  aaccagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca
481   gcagccgcgg  taatacgtag  gtggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgcgc
541   gcaggcggtt  tcttaagtct  gatgtgaaag  cccccggctc  aaccggggag  ggtcattgga
601   aactgggaaa  cttgagtgca  gaagaggaga  gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg
661   tagagatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag  gcgactctct  ggtctgtaac  tgacgctgag
721   gcgcgaaagc  gtggggagcg  aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat
781   gagtgctaag  tgttagaggg  tttccgccct  ttagtgctgc  agctaacgca  ttaagcactc
841   cgcctgggga  gtacggtcgc  aagactgaaa  ctcaaaggaa  ttgacggggg  cccgcacaag
901   cggtggagca  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc
961   tttgccactt  ctagagatag  aaggttcccc  ttcgggggac  aaagtgacag  gtggtgcatg
1021  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg
1081  atcttagttg  ccagcattca  gttgggcact  ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg
1141  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac  acgtgctaca
1201  atggatggta  caaagggctg  cgagaccgcg  aggtttagcc  aatcccataa  aaccattctc
1261  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc  atgaagctgg  aatcgctagt  aatcgcggat
1321  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggc  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga
1381  gtttgcaaca  cccgaagtcg  gtggggtaac  cgcaaggagc  cagccagccg  cctaagt
```

101. *Bacillus indicus*（印度芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-101。*Bacillus indicus* Suresh et al.，2004，sp. nov.（印度芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Sd/3= DSM 15820= MTCC 4374。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ583158。**★种名释意：***indicus* 为印度之意，故其中文名称为印度芽胞杆菌（L. masc. adj. *indicus*，pertaining to India，Indian）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Sd/3^T 分离自印度西孟加拉邦砷污染的蓄水层的沙中。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，好氧，不运动，杆状［(0.9～1.2) μm × (3.3～5.3) μm］。芽胞次端生，胞囊略膨大。菌落在固体培养基中呈橘黄色，圆形，隆起，光滑，直径为 3.0～4.0 mm。所产色素在丙酮中于 404 nm、428 nm 和 451 nm 处存在三个吸收峰，具有类胡萝卜素的特征。**★生理特性：**菌体可在 13～37℃（最适 30℃）生长但不能在 40℃生长。可在 pH 6 和 pH 7 条件下生长，耐 2.0%（w/v）NaCl。对抗生素氨苄西林（10 μg）、

氯霉素（30 μg）、卡那霉素（30 μg）、萘啶酸（30 μg）、新霉素（30 μg）、利福平（30 μg）、链霉素（10 μg）和四环素（30 μg）敏感，能抗阿莫西林（10 μg）。**★生化特性：**明胶酶、过氧化氢酶、淀粉酶、精氨酸双水解酶和七叶苷水解为阳性。不能水解吐温 20 和尿素，不能将硝酸盐还原为亚硝酸盐。不产吲哚。V-P 反应和柠檬酸盐利用为阴性。可利用下列物质作为唯一碳源：D-纤维二糖、赤藓糖醇、肌醇、乳糖、D-蜜二糖、D-麦芽糖、D-甘露糖、蔗糖、L-鼠李糖、D-核糖、棉籽糖、L-精氨酸、L-色氨酸和 L-酪氨酸，但不能利用下列物质作为唯一碳源：阿拉伯糖、延胡索酸盐、戊二酸盐、丙酮酸盐、L-脯氨酸、L-丝氨酸。**★生化特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{14:0}$（10.9%）、iso-$C_{15:0}$（33.5%）、anteiso-$C_{15:0}$（19.3%）、iso-$C_{16:0}$（11.0%）、$C_{16:0}$（5.9%）和 iso-$C_{17:0}$（10.8%）。极性脂的主要成分包括磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁为含有鸟氨酸、二氨基酸和天冬氨酸的 A4β 型。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.2 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与 *Bacillus cohnii* 的同源性约为 95%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与 *B. cohnii* 菌株的关联度低于 60.7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       ttgagttttt  gatctggctc  aggacgaacg  ctggcggcgt  gcctaataca  tgcaagtcga
61      gcggacctct  tcggaggtca  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  cctgcctgta
121     agactgggat  aactccggga  aaccggagct  aataccggat  actatgtcaa  accgcatggt
181     ttgacattca  aagacggttt  cggctgtcac  ttacagatgg  gcccgcggcg  cattagctag
241     ttggtgaggt  aatggctcac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc
301     cacactggga  ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg
361     caatggacga  aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  tgaaggtttt  cggatcgtaa
421     aactctgttg  tcagggaaga  acaagtgccg  gagtaactgc  cggcgccttg  acggtacctg
481     accagaaagc  cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  tggcaagcgt
541     tgtccggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggttt  cttaagtctg  atgtgaaagc
601     ccccggctca  accggggagg  gtcattggaa  actgggaaac  ttgagtgcag  aagaggagag
661     tggaattcca  cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg
721     cgactctctg  gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcga  acaggattag
781     ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagagggt  ttccgccctt
841     tagtgctgca  gctaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggtcgca  agactgaaac
901     tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagccaa
961     cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  tttgccactt  ctagagatag  aaggttcccc
1021    ttcgggggac  aaagtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg
1081    ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcattca  gttgggcact
1141    ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc
1201    ccttatgacc  tgggctacac  acgtgctaca  atggatggta  caaagggctg  cgagaccgcg
1261    aggtttagcc  aatcccataa  aaccattctc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc
1321    atgaagctgg  aatcgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggc
1381    cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgcaaca  cccgaagtcg  gtggggtaac
1441    cgcaaggagc  cagccgccta  aggtggggta  gatgattggg  gtgaagtcgt  aacaaggtag
1501    gccgt
```

102. *Bacillus infantis*（婴儿芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-102。*Bacillus infantis* Ko et al.，2006，sp. nov.（婴儿芽胞杆菌）。

★模式菌株：SMC 4352-1 = JCM 13438 = KCCM 90025。**★16S rRNA 基因序列号：**AY904032。**★种名释意：***infantis* 为婴儿之意，故其中文名称为婴儿芽胞杆菌（L. gen. n. *infantis*，of an infant，baby，the putative source of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SMC 4352-1^T 是从患有败血症的新生婴儿血液中分离出的。**★形态特征：**革兰氏阳性菌，好氧。**★生理特性：**血琼脂培养基上生长良好。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。API 50CH 结果显示，能利用 D-木糖、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露醇、山梨醇、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰氨基葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、七叶苷、麦芽糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、淀粉、棉籽糖、葡萄糖酸盐、糖原、纤维素糖、乳糖和菊糖，不能利用甘油、核糖、甘露糖、肌醇、木糖醇、异麦芽酮糖和 5 酮基-葡萄糖酸钾。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（44%）、anteiso-$C_{15:0}$（30.9%）和 anteiso-$C_{17:0}$（7.4%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量 40.8 mol%。SMC 4352-1^T 与 *B. firmus* 的 16S rRNA 序列同源性为 98.2%，与其亲缘关系非常近的芽胞杆菌种类间的 DNA-DNA 关联度低于 40%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       agcggacgga  tgggagcttg  ctccctgaag  tcagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg
61      caacctgcct  gtaagactgg  gataacttcg  ggaaaccgga  gctaataccg  gataatgcat
121     aacctctcat  gaggctatgc  tgaaagatgg  tttcggctat  cacttacaga  tgggcccgcg
181     gcgcattagc  tagttggtga  ggtaacggct  caccaaggca  acgatgcgta  gccgacctga
241     gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt
301     agggaatctt  ccgcaatgga  cgaaagtctg  acggagcaac  gccgcgtgag  tgatgaaggt
361     tttcggatcg  taaaactctg  ttgtcaggga  agaacaagtg  ccggagtaac  tgccggcacc
421     ttgacggtac  ctgaccagaa  agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt
481     aggtggcaag  cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  tctcttaagt
541     ctgatgtgaa  agcccacggc  tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactgggg  gacttgagtg
601     cagaagagga  aagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca
661     ccagtggcga  aggcgacttt  ctggtctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag
721     caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttagag
781     ggtttccgcc  ctttagtgct  gcagcaaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggcc
841     gcaaggctga  aactcaaagg  aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt
901     aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  ctcctgacaa  ccctagagat
961     agggcgttcc  ccttcggggg  acaggatgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt
1021    cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgatcttagt  tgccagcatt
1081    cagttgggca  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca
1141    aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg  tacaaagggc
1201    tgcaagaccg  cgaggttaag  cgaatcccat  aaaaccattc  tcagttcgga  ttgcaggctg
1261    caactcgcct  gcatgaagct  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat
1321    acgttcccgg  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttg
```

103. *Bacillus infernus*（深层芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-103。*Bacillus infernus* Boone et al.，1995，sp. nov.（深层芽胞杆菌）。**★模式菌株：**TH-23 = CIP 104581 = DSM 10277 = SMCC/W 479。**★16S rRNA 基因序列号：**U20385。**★种名释意：***infernus* 为地下深处之意，故其中文名称为深层芽胞杆菌［L.

masc. adj. *infernus*，that which comes from below（the ground）]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 TH-23[T] 是从美国弗吉尼亚州泰勒斯维尔三叠纪盆地地表下 2700 m 处分离得到。**★形态特征：**细胞不能运动，严格厌氧，细胞壁结构为革兰氏阳性，但染色反应可变，杆状［（0.7～0.8）μm ×（4～8）μm］。未观察到芽胞，但热处理可存活，提示存在芽胞。**★生理特性：**模式菌株耐盐（在 NaCl 浓度为 0.6 mol/L 时长势良好）。嗜热，在 45～60℃时能生长，在 40℃或 65℃时不能生长，最适生长温度为 61℃。弱耐碱，最适生长 pH 为 7.3，在 pH 8.1 时可生长，但 pH 9.2 时不能生长。**★生化特性：**严格厌氧，能发酵葡萄糖进行生长，但不能发酵其他碳水化合物、醇类和有机酸。能以甲酸或乳酸作为电子供体，以 Fe^{3+}、MnO_2、氧化三甲胺和硝酸盐为电子受体进行生长。硝酸盐还原成亚硝酸盐，但不能还原为氨或 N_2。不能还原硫酸盐和硫代硫酸盐。不能水解酪蛋白、明胶和淀粉。**★分子特性：**16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 TH-23[T] 与大多数种类的同源性低于 95%，与 *B. circulans*、*B. methanolicus* 和 *B. firmus* 的同源性分别为 95.5%、95.4%和 95.0%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gatcctggct caggacgaac gctggcggcg tgcctaatac atgcaagtcg ggcggacgan
61    tgaaagcttg cttttgatcg tcagcggcga acgggtgagt aacacgtggg caacctgcct
121   gtaagaccgg gataacttgc ggaaacgtga gctaataccg gataatctcc ttcttcgcat
181   gaagaaggac tgaaagacgg cgcaagctgt cacttacaga tgggcccgcg gcgcattagc
241   tggttggtga ggtaacggct caccaaggcg acgatgcgta gccgacctga gagggtgatc
301   ggccacactg ggactgagac acggcccaga ctcctacggg aggcagcagt agggaatctt
361   ccgcaatgga cgcaagtctg acggagcaac gccgcgtgag cgatgaaggc cttcgggtcg
421   taaagctctg ttgtcaggga agaacaagta ccggagtaac tgccggtacc ttgacggtac
481   ctgaccagaa agccacggct aactacgtgc cagcagccgc ggtaatacgt aggtggcaag
541   cgttgtccgg aattattggg cgtaaagcgc gcgcaggcgg tcccttaagt ctgatgtgaa
601   agcccccggc ttaaccgggg agggtcattg gaaactgggg gacttgagtg cagaagagaa
661   gagcggaatt ccacgtgtag cggtgaaatg cgtagagatg tggaggaaca ccagtggcga
721   aggcggctct ttggtctgta actgacgctg aggcgcgaaa gcgtggggag caaacaggat
781   tagataccct ggtagtccac gccgtaaacg atgagtgcta agtgttagag ggtttccgcc
841   ctttagtgct gcagctaacg cattaagcac tccgcctggg gagtacggcc gcaaggctga
901   aactcaaagg aattgacggg ggcccgcaca agcggtggag catgtggttt aattcgaagc
961   aacgcgaaga accttaccag gtcttgacat cctctgacca tcctggagac aggaccttcc
1021  ccttcggggg acagagtgac aggtggtgca tggttgtcgt cagctcgtgt cgtgagatgt
1081  tgggttaagt cccgcaacga gcgcaaccct tgagattagt tgccagcatt cagttgggca
1141  ctctaatctg actgccggtg acaaaccgga ggaaggtggg gatgacgtca aatcatcatg
1201  ccccttatga cctgggctac acacgtgcta caatggatgg tacaatgggc tgcgaaaccg
1261  cgaggtggag cgaatcccac aaaaccattc tcagttcgga ttgcaggctg caactcgcct
1321  gcatgaagcc ggaatcgcta gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat acgttcccgg
1381  gcctngtnca caccgcccgt cacaccacga gagtttgtca canccgaagt cggtgaggta
1441  accgcaagga gccagccgcc gaaggtggaa cagatgattg gngtgaagtc gtaacaaggt
1501  agccgtat
```

104. *Bacillus invictae*（无敌芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-104。*Bacillus invictae* Branquinho et al.，2014，sp. nov.（无敌芽胞

杆菌）。★**模式菌株：**Bi.FFUP1 = DSM 26896 = CCUG 64113。★**16S rRNA 基因序列号：**JX183147。★**种名释意：***invictae* 为无敌之意，故其中文名称为无敌芽胞杆菌（L. masc. adj. *invictae*，unconquered，invincible，referring to the city of Oporto，'a cidade invicta'）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 Bi.FFUP1^T 是从葡萄牙保健品中分离得到的。★**形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.7）μm ×（1.0～1.5）μm］、革兰氏阳性、可运动。TSA 培养基上 37℃培养 24 h 后形成的菌落直径约（2.8±0.2）mm、呈圆形、光滑、黄色、边缘不规则。★**生理特性：**TSB 培养基上，生长的温度是 20～50℃，最适生长温度是 30～37℃，在温度为 5℃、10℃、15℃、20℃、60℃、65℃或 70℃时菌株不能生长；生长的 NaCl 浓度是 0～14%（w/v）；生长的 pH 为 5.0～10.0，最适生长 pH 是 6.0～8.0。厌氧条件下菌株不能生长。在 5% 绵羊血琼脂上具有 β-溶血活性。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐不能被还原，不产 N_2。能利用明胶、七叶苷和柠檬酸，能水解 ONPG。能利用 L-脯氨酸、L-亮氨酸和-L-苯丙氨酸，不能利用 L-缬氨酸、L-色氨酸、L-精氨酸、L-鸟氨酸或 L-赖氨酸。不能水解尿素。利用下列化合物产酸：甘油、D-核糖、D-葡萄糖、D-果糖、甘露糖、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、蔗糖、海藻糖、龙胆、D-己酮糖和 L-阿拉伯糖。不能利用下列化合物产酸：L-木糖、核糖醇、L-山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、D-山梨醇、甲基 α-D-葡糖苷、麦芽糖、蜜二糖、菊糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、松二糖、D-来苏糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、赤藓糖醇、甲基 β-D-木糖苷、松三糖、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸、D-阿拉伯糖或乳糖。★**化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。极性脂为二磷脂酰甘油、一种未知的磷脂、磷脂酰甘油、两种未知的糖脂和三种不含糖基、磷酸基或氨基的脂类。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41 mol%。菌株 Bi.FFUP1^T 与 *B. pumilus* ATCC 7061^T 和 SAFR-032、*B. safensis* FO-036b^T、*B. altitudinis* 41KF2b^T 和 *B. xiamenensis* HYC-10^T 的 *rpoB* 基因序列同源性分别为 97.1%、96.1%、98.4% 和 97.9%，*gyrB* 基因序列同源性分别为 93.0%、90.8%、98.5%和 92.2%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 Bi.FFUP1^T 与 *B. pumilus* ATCC 7061^T、*B. safensis* FO-036b^T、*B. altitudinis* 41KF2b^T 和 *B. xiamenensis* HYC-10^T 的关联度分别为 39.6%、49.9%、61.9%和 61.7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gcaagtcgag  cggacagaag  ggagcttgct  cccggatgtt  agcggcggac  gggtgagtaa
61    cacgtgggta  acctgcctgt  aaaactggga  taactccggg  aaaccggagc  taataccgga
121   tagttccttg  aaccgcatgg  ttcaaggatg  aaagacggtt  tcggctgtca  cttacagatg
181   gacccgcggc  gcattagcta  gttggtgggg  taatggctca  ccaaggcgac  gatgcgtagc
241   cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag
301   gcagcagtag  ggaatcttcc  gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagtg
361   atgaaggttt  tcggatcgta  aagctctgtt  gttagggaag  aacaagtgcg  agagtaactg
421   ctcgcacctt  gacggtacct  aaccagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg
481   taatacgtag  gtggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagggctc  gcaggcggtt
541   tcttaagtct  gatgtgaaag  cccccggctc  aaccggggag  ggtcattgga  aactgggaaa
601   cttgagtgca  gaagaggaga  gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg
661   gaggaacacc  agtggcgaag  gcgactctct  ggtctgtaac  tgacgctgag  gagcgaaagc
721   gtggggagcg  aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctaag
```

781	tgttaggggg	tttccgcccc	ttagtgctgc	agctaacgca	ttaagcactc	cgcctgggga
841	gtacggtcgc	aagactgaaa	ctcaaaggaa	ttgacggggg	cccgcacaag	cggtggagca
901	tgtggtttaa	ttcgaagcaa	cgcgaagaac	cttaccaggt	cttgacatcc	tctgacaacc
961	ctagagatag	ggctttccct	tcggggacag	agtgacaggt	ggtgcatggt	tgtcgtcagc
1021	tcgtgtcgtg	agatgttggg	ttaagtcccg	caacgagcgc	aacccttgat	cttagttgcc
1081	agcattcagt	tgggcactct	aaggtgactg	ccggtgacaa	accggaggaa	ggtggggatg
1141	acgtcaaatc	atcatgcccc	ttatgacctg	ggctacacac	gtgctacaat	ggacagaaca
1201	aagggctgcg	agaccgcaag	gtttagccaa	tcccataaat	ctgttctcag	ttcggatcgc
1261	agtctgcaac	tcgactgcgt	gaagctggaa	tcgctagtaa	tcgcggatca	gcatgccgcg
1321	gtgaatacgt	tcccgggcct	tgtacacacc	gcccgtcaca	ccacgagagt	ttgtaacacc
1381	cgaagtcggt	gaggtaacct	ttatggagcc	agccg		

105. *Bacillus iranensis*（伊朗芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-105。*Bacillus iranensis* Bagheri et al.，2012，sp. nov.（伊朗芽胞杆菌）。**★模式菌株：**X5B = DSM 23995 = IBRC 10446。**★16S rRNA 基因序列号：**HQ433452。**★种名释意：***iranensis* 意为模式菌株分离自伊朗，故其中文名称为伊朗芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *iranensis*，of or belonging to Iran，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $X5B^T$ 从伊朗阿巴德高盐度湖泊中的盐水泥浆中分离得到。**★形态特征：**革兰氏染色阳性，杆状［（0.5～0.9）μm×（1.2～2.5）μm］，严格好氧。芽胞椭圆形，中生或近端生，胞囊不膨大。**★生理特性：**菌株生长温度为 25～45℃，最适生长温度为 35℃。适合生长的 pH 为 7.0～10.0，最适 pH 为 7.5。中度嗜盐，可在 2.5%～15% NaCl 中生长，最适浓度为 5%～7.5%。对以下抗生素敏感：杆菌肽（10 U），氯霉素（30 μg），红霉素（15 μg），呋喃妥因（300 μg），青霉素 G（10U），四环素（30 μg）和利福平（5 μg），耐庆大霉素（30 μg），卡那霉素（30 μg）和多黏菌素 B（100 U）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不水解酪蛋白、明胶、DNA、淀粉和吐温 40、吐温 60 和吐温 80。硝酸盐还原成亚硝酸盐。不产吲哚和 H_2S。由 D-甘露醇产酸。但不能由下列物质产酸：D-葡萄糖、D-果糖、半乳糖、乳糖、蔗糖、麦芽糖、海藻糖、D-甘露糖或 D-木糖。甲基红、V-P 反应、脲酶、β-半乳糖苷、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和精氨酸双水解酶为阴性。能利用下列化合物作唯一碳源：D-果糖、纤维二糖和丙氨酸。不能利用下列化合物作唯一碳源：D-葡萄糖、半乳糖、D-甘露糖、蜜二糖、蔗糖、甘油、海藻糖、棉籽糖、阿拉伯糖、精氨酸、甘氨酸、亮氨酸、甲硫氨酸、脯氨酸、半胱氨酸、天冬酰胺、酪氨酸、组氨酸和缬氨酸。**★化学特性：**主要脂肪酸（含量高于 5%）为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{18:1ω9c}$ 和 $C_{16:0}$。主要的极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、三种磷脂质和两种糖脂。主要呼吸醌为 MK-7（92%）、MK-6（6%）和 MK-5（2%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.4 mol%。菌株 16S rRNA 基因序列如下。

1	gcaagtcgag	cgcgggaagc	aggcagatcc	cttcggggtg	acgcctgtgg	aacgagcggc
61	ggacgggtga	gtaacacgtg	ggcaacctgc	cttagagact	gggataaccc	cgggaaaccg
121	gggctaatac	cggataatca	aaagaatcgc	atgattcttt	tgtaaaagtg	gggacttgtt
181	cctcacactc	taagatgggc	ccgcggcgca	ttagctagtt	ggggaggtaa	tggctcccca

```
241   aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgaccggcca  cactgggact  gagacacggc
301   ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcatccgca  atgggcgaaa  gcctgacggt
361   gcaacgccgc  gtgagtgaag  aaggttttcg  gatcgtaaag  ctctgttatc  cgggaagaac
421   aagtgccggt  cgaataggcc  ggtgccgtga  cggtaccgga  tcagaaagcc  ccggctaact
481   acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggg  ggcaagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta
541   aagggcgcgc  aggcggtttc  ctaagtctga  tgtgaaagcc  cacggctcaa  ccgtggaggg
601   tcattggaaa  ctggggaact  tgagtacagg  agaggagagt  ggaattccac  gtgtagcggt
661   gaaatgcgta  gatatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc  ggctctctgg  cctgttactg
721   acgctgaggc  gcgaaagcgt  gggtagcgaa  caggattaga  taccctggta  gtccacgccg
781   taaacgttga  gtgctaggtg  ttaggggttt  cgacgcccct  agtgccgaag  caaacgcatt
841   aagcactccg  cctggggact  acgaccgcaa  ggttgaaact  caaaggaatt  gacgggggcc
901   cgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt  cgacgcaacg  cgaagaacct  taccaggtct
961   tgacatcttc  tgctacttct  agagatagaa  ggttcccctt  cgggggacag  aatgacaggt
1021  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg  ttaagtcccg  caacgagcgc
1081  aacccttgac  cttagttgcc  agcattcagt  tgggcactct  aaggtgactg  ccggtgacaa
1141  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccc  ttatgacctg  ggctacacac
1201  gtgctacaat  ggatggtaca  gagggaagcg  aagccgcgag  gtgaagcgaa  tctcaaaaag
1261  ccattctcag  ttcggattgc  aggctgcaac  tcgcctgcat  gaagccggaa  tcgctagtaa
1321  tcgtggatca  gcatgccacg  gtgaatacgt  tcccgggcct  tgtacacacc  gcccgtcaca
1381  ccacgagagc  ttgcaacacc  cgaagtcggt  gaggtaacct  ttgggagcca  gccgccgaa
```

106. *Bacillus isabeliae*（伊氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-106。*Bacillus isabeliae* Albuquerque et al.，2008，sp. nov.（伊氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CVS-8 = CIP 108578 = LMG 22838。**★16S rRNA 基因序列号：**AM503357。**★种名释意：***isabeliae* 意为 Isabel，旨在纪念葡萄牙微生物学家 Isabel Spencer-Martins，故其中文名称为伊氏芽胞杆菌（N.L. gen. fem. n. *isabeliae*，of Isabel，in honour of Portuguese microbiologist Isabel Spencer-Martins）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CVS-8^T 是从佛得角群岛的萨尔岛上的海水盐场蒸发池中分离出的。**★形态特征：**革兰氏阳性菌、不运动、形成芽胞、好氧、弧杆状。**★生理特性：**最适宜的生长温度为 35～37℃，最适合的 pH 为 7.5～8.0；在含有 4%～6%（w/v）NaCl 浓度的培养基上长势最好，在不含有 NaCl 的培养基上不会生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化物酶为阳性。不能还原硝酸盐。能水解七叶苷、熊果苷、淀粉和木聚糖，但不能水解明胶、酪蛋白、弹性蛋白、马尿酸和吐温 20～80。下列酶活性为阳性：DNA 酶、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶和 α-胰凝乳蛋白酶。但下列酶活性为阴性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C14）、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、β-半乳糖苷酶、α-半乳糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。能利用葡萄糖、果糖、木糖、蔗糖、麦芽糖、海藻糖、纤维二糖、琥珀酸、α-酮戊二酸、乳酸、苹果酸、丙酮酸、柠檬酸、乙酸和脯氨酸，但不能利用甘露糖、半乳糖、山梨糖、DL-阿拉伯糖、核糖、乳糖、松三糖、蜜二糖、L-鼠李糖、棉籽糖、岩藻糖、核糖醇、木糖醇、山梨醇、

赤藓糖醇、阿糖醇、甘露醇、肌醇、甘油、天冬氨酸、谷氨酸、丙氨酸、精氨酸、半胱氨酸、苯丙氨酸、甘氨酸、组氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、甲硫氨酸、谷氨酰胺、丝氨酸、苏氨酸、缬氨酸和鸟氨酸。由下列物质产酸：核糖、木糖、果糖、山梨糖、纤维二糖、蔗糖、海藻糖、松三糖、糖原、苦杏仁糖、松二糖、己酮糖和 5-酮基葡萄糖酸钾。不能由下列物质产酸：甘油、赤藓糖醇、阿拉伯糖、L-木糖、核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、半乳糖、葡萄糖、甘露糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、菊糖、棉籽糖、淀粉、木糖醇、来苏糖、DL-岩藻糖、DL-阿糖醇、葡萄糖酸或 2-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**该菌株的细胞壁肽聚糖类型为 A1γ 型，含有 *meso*-二氨基庚二酸，主要呼吸醌为 MK-7，主要脂肪酸是 iso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$、anteiso-$C_{15:0}$和 iso-$C_{16:0}$，主要的极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和氨基糖磷脂。**★分子特性：**基因组 DNA 的 G+C 含量为 37.9 mol%。16S rRNA 的系统发育分析表明，菌株 CVS-8^{T}与 *B. shackletonii*、*B. acidicola* 模式菌株的序列同源性均约为 97.5%。16S rRNA 基因序列如下。

1 tgatcctggc tcaggacgaa cgctggcggc gtgcctaata catgcaagtc gagcgaatct
61 cttcggagat tagcggcgga cgggtgagta acacgtgggt aacctgcctg taagactggg
121 ataactccgg gaaaccgggg ctaataccgg ataacctgtt gtctcgcatg agacaacatt
181 gaaagttggc ttttagctaa cacttacaga tggacccgcg gcgcattagc tagttggtga
241 ggtaaaggct caccaaggcg acgatgcgta gccgacctga gagggtgatc ggccacactg
301 ggactgagac acggcccaga ctcctacggg aggcagcagt agggaatctt ctgcaatgga
361 cgaaagtctg acagagcaac gccgcgtgag tgatgaaggt tttcggatcg taaaactctg
421 ttgttaggga agaacaagta ccgttcgaat agggcggtac cttgacggta cctaaccaga
481 aagccacggc taactacgtg ccagcagccg cggtaatacg taggtggcaa gcgttgtccg
541 gaattattgg gcgtaaagcg cgcgcaggcg gtcttttaag tctgatgtga aagcccacgg
601 ctcaaccgtg gagggtcatt ggaaactggg agacttgagt acagaagagg agagtggaat
661 tccacgtgta gcggtgaaat gcgtagagat gtggaggaac accagtggcg aaggcgactc
721 tctggtctgt aactgacgct gaggcgcgaa agcgtgggga gcgaacagga ttagataccc
781 tggtagtcca cgccgtaaac gatgagtgct aagtgttgga gggtttccgc ccttcagtgc
841 tgcagctaac gcattaagca ctccgcctgg ggagtacggt cgcaagactg aaactcaaag
901 gaattgacgg gggcccgcac aagcggtgga gcatgtggtt taattcgaag caacgcgaag
961 aaccttacca ggtcttgaca tcctctgaca actctagaga tagagcgttc cccttcgggga
1021 cagagtgaca ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc gtgagatgtt gggttaagtc
1081 ccgcaacgag cgcaaccctt gaccttagtt gccagcattc agttgggcac tctaaggtga
1141 ctgccggtga caaaccggag gaaggtgggg atgacgtcaa atcatcatgc cccttatgac
1201 ctgggctaca cacgtgctac aatggatggt acaaagggca gcgagaccgc gaggtttagc
1261 caatcccata aaaccattct cagttcggat tgtaggctgc aactcgccta catgaagctg
1321 gaatcgctag taatcgcgga tcagcatgcc gcggtgaata cgttcccggg ccttgtacac
1381 accgcccgtc acaccacgag agtttgtaac acccgaagtc ggtggggtaa ccttttggag
1441 ccagccgcct aaggtgggac agatgattgg ggtgaagtcg taacaaggta gccgtatcgg
1501 aaggtgcggc tggatcacct cct

107. *Bacillus isronensis*（印空研芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-107。*Bacillus isronensis* Shivaji et al.，2009，sp. nov.（印空研芽胞杆菌）。**★模式菌株：**B3W22 = JCM 13838 = MTCC 7902。**★16S rRNA 基因序列号：**EF114311。**★种名释意：***isronensis* 是根据印度空间研究组织的首字母缩写 ISRO 而创造的词汇，故其中文名称为印空研芽胞杆菌［N.L. masc. adj. *isronensis*（arbitrary name），pertaining to ISRO，the acronym of the Indian Space Research Organization，which largely funded the studies in which the type strain was isolated］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 B3W22^{T} 从收集海拔 27～30 km 空气样本的冷冻管中分离。**★形态特征：**菌落在营养固体平板上呈白色，完整，圆形，直径 3～4 mm。细胞产生圆形端生芽胞，可运动。**★生理特性：**在 5～37℃和 pH 6～10 时生长，不能在 42℃或 pH 4 或 pH 11 时生长。耐 5.8% NaCl，抗紫外线辐射，在蛋白胨中可生长。模式菌株对许多抗生素敏感。**★生化特性：**氧化酶、色氨酸脱氨酶、硝酸盐还原和产吲哚均为阳性。能水解脂肪、淀粉和酪蛋白。由纤维二糖产酸，可利用许多糖类、氨基酸和其他碳水化合物作为唯一碳源。**★化学特性：**脂肪酸为 $C_{15:0}$、$C_{16:0}$、$C_{17:0}$、iso-$C_{13:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{14:0}$、anteiso-$C_{16:0}$、$C_{16:1\triangle 9c}$、$C_{16:1\triangle 11}$ 和 $C_{18:1\triangle 9}$。细胞壁肽聚糖含有赖氨酸、谷氨酸和丙氨酸。极性脂包括磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰丝氨酸和未知的脂类。呼吸醌为 MK-6、MK-7 和 MK-8。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与 *Bacillus silvestris* H3-23^{T} 的同源性约为 99.5%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与 *Bacillus silvestris* DSM 12223^{T} 菌株的关联度低于 29%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gagtttgatc ctggctcagg acgaacgctg gcggcgtgcc taatacatgc aagtcgagcg
61    gaaattttat tggtgcttgc acctttaaaa ttttagcggc ggacgggtga gtaacacgtg
121   ggtaacctac cttatagatt gggataactc cgggaaaccg gggctaatac cgaataatac
181   ttttaaacac atgtttgaaa gttgaaagac ggtcttgctg tcactataag atggacccgc
241   ggcgcattag ctagttggtg aggtaacggc tcaccaaggc aacgatgcgt agccgacctg
301   agagggtgat cggccacact gggactgaga cacggcccag actcctacgg gaggcagcag
361   tagggaatct tccacaatgg acgaaagtct gatggagcaa cgccgcgtga gtgaagaagg
421   atttcggttc gtaaaactct gttgcaaggg aagaacaagt agcgtagtaa ctggcgctac
481   cttgacggta ccttgttaga aagccacggc taactacgtg ccagcagccg cggtaatacg
541   taggtggcaa gcgttgtccg gaattattgg gcgtaaagcg cgcgcaggtg gttctttaag
601   tctgatgtga aagcccccgg ctcaaccggg gagggtcatt ggaaactggg gaacttgagt
661   gcagaagagg atagtggaat tccaagtgta gcggtgaaat gcgtagagat ttggaggaac
721   accagtggcg aaggcgactg tctggtctgt aactgacact gaggcgcgaa agcgtgggga
781   gcaaacagga ttagataccc tggtagtcca cgccgtaaac gatgagtgct aagtgttggg
841   gggtttccgc ccctcagtgc tgcagctaac gcattaagca ctccgcctgg ggagtacggt
901   cgcaagactg aaactcaaag gaattgacgg gggcccgcac aagcggtgga gcatgtggtt
961   taattcgaag caacgcgaag aaccttacca ggtcttgaca tcccggtgac cactatggag
1021  acatagtttc cccttcgggg gcaacggtga caggtggtgc atggttgtcg tcagctcgtg
1081  tcgtgagatg ttgggttaag tcccgcaacg agcgcaaccc ttattcttag ttgccatcat
1141  tcagttgggc actctaagga gactgccggt gataaaccgg aggaaggtgg ggatgacgtc
```

1201　aaatcatcat　gccccttatg　acctgggcta　cacacgtgct　acaatggacg　gtacaaacgg
1261　ttgccaaccc　gcgagggggа　gctaatccga　taaaaccgtt　ctcagttcgg　attgtaggct
1321　gcaactcgcc　tacatgaagc　cggaatcgct　agtaatcgcg　gatcagcatg　ccgcggtgaa
1381　tacgttcccg　ggccttgtac　acaccgcccg　tcacaccacg　agagtttgta　acacccgaag
1441　tcggtgaggt　aaccttttgg　agccagccgc　cgaaggtggg　atagatgatt　ggggtgaagt
1501　cgtaacaagg　tagccgtatc　ggaaggtgcg　gctggatcac　c

108. *Bacillus jeotgali*（咸海鲜芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-108。*Bacillus jeotgali* Yoon et al.，2001，sp. nov.（咸海鲜芽胞杆菌）。**★模式菌株：**YKJ-10 = CIP 107104 = JCM 10885 = KCCM 41040。**★16S rRNA 基因序列号：**AF221061。**★种名释意：***jeotgali* 为咸海鲜之意，故其中文名称为咸海鲜芽胞杆菌[N.L. n. *jeotgalum*（from Korean n. *jeotgal*），jeotgal，traditional Korean fermented seafood；N.L. gen. n. *jeotgali*，of jeotgal]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 YKJ-10^T 分离自韩国传统的发酵咸海鲜。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，以周生鞭毛运动，兼性厌氧，杆状[（0.8～1.1）μm ×（4.0～6.0）μm]。芽胞椭圆形，胞囊膨大。菌落在 TSA-ASW 培养基中呈乳黄色或浅橘黄色，光滑，不规则，扁平。**★生理特性：**耐 13%（w/v）NaCl，不耐 14%以上浓度的 NaCl。可在 10℃和 45℃生长，但不能在 55℃生长，最适生长温度为（30±35）℃。最适 pH 为 7.0～8.0，不能在 pH 5.0 条件下生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐还原为亚硝酸盐。不产吲哚。能水解七叶苷、明胶、淀粉和尿素，不能水解酪蛋白、次黄嘌呤、酪氨酸和黄嘌呤。由下列物质产酸：葡萄糖、果糖、七叶苷、麦芽糖、海藻糖、淀粉和糖原。不能由下列物质产酸：甘油、赤藓糖醇、DL-阿拉伯糖、核糖、DL-木糖、核糖醇、甲基-β-D-木糖苷、半乳糖、甘露糖、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、乳糖、蜜二糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、木糖醇、D-松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、DL-岩藻糖、DL-阿糖醇和 2-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖中含有 *meso*-二氨基庚二酸，主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41 mol%（HPLC）。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与 *Bacillus benzoevorans*、*Bacillus circulans*、*Bacillus firmus*、*Bacillus lentus*、*Bacillus methanolicus* 的同源性分别为（95±8）%、（96±2）%、（96±5）%、（95±5）%、（96±1）%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与上述种的关联度为 7.5%～14.5%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc　ggatcttcat　tagcttgctt
61　ttgaagatca　gcggcggacg　ggtgagtaac　acgtgggcaa　cctgcctgta　agactgggat
121　aacttcggga　aaccggagct　aataccggat　aatcctttcc　ctcacatgag　ggaaagctga
181　aagacggttt　cggctgtcac　ttacagatgg　gcccgcggcg　cattagctag　ttggtgaggt
241　aacggctcac　caaggcaacg　atgcgtagcc　gacctgagag　ggtgatcggc　cacactggga
301　ctgagacacg　gcccagactc　ctacgggagg　cagcagtagg　gaatcttccg　caatggacga
361　aagtctgacg　gagcaacgcc　gcgtgaacga　tgaaggcctt　cgggtcgtaa　agttctgttg
421　tcagggaaga　acaagtatcg　gagtaactgc　cggtaccttg　acggtacctg　accagaaagc
481　cacggctaac　tacgtgccag　cagccgcggt　aatacgtagg　tggcaagcgt　tgtccggaat

541	tattgggcgt	aaagcgcgcg	caggcggttc	cttaagtctg	atgtgaaagc	ccccggctca
601	accggggagg	gtcattggaa	actggggaac	ttgagtgcag	aagaggagag	cggaattcca
661	cgtgtagcgg	tgaaatgcgt	agagatgtgg	aggaacacca	gtggcgaagg	cggctctctg
721	gtctgtaact	gacgctgagg	cgcgaaagcg	tggggagcga	acaggattag	ataccctggt
781	agtccacgcc	gtaaacgatg	agtgctaagt	gttagagggt	ttccgccctt	tagtgctgca
841	gcaaacgcat	taagcactcc	gcctggggag	tacggccgca	aggctgaaac	tcaaaggaat
901	tgacgggggc	ccgcacaagc	ggtggagcat	gtggtttaat	tcgaagcaac	gcgaagaacc
961	ttaccaggtc	ttgacatcct	ctgacaaccc	tagagatagg	gcgttcccct	tcgggggaca
1021	gagtgacagg	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt	gagatgttgg	gttaagtccc
1081	gcaacgagcg	caacccttga	tcttagttgc	cagcattcag	ttgggcactc	taaggtgact
1141	gccggtgaca	aaccggagga	aggtggggat	gacgtcaaat	catcatgccc	cttatgacct
1201	gggctacaca	cgtgctacaa	tggatggaac	aaagggtcgc	gaagccgcga	ggtcgagcca
1261	atcccataaa	tccattctca	gttcggattg	caggctgcaa	ctcgcctgca	tgaagccgga
1321	atcgctagta	atcgcggatc	agcatgccgc	ggtgaatacg	ttcccgggcc	ttgtacacac
1381	cgcccgtcac	accacgagag	tttgtaacac	ccgaagtcgg	tggggtaacc	ttttggagcc
1441	agccgcctaa	ggtgggacag	atgattgggg	tgaagtcgta	acaaggtagc	cgtatcggaa
1501	ggtgc					

109. *Bacillus kochii*（柯赫氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-109。*Bacillus kochii* Seiler et al.，2012，sp. nov.（柯赫氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**WCC 4582 = CCUG 59877 = DSM 23667 = LMG 25855。**★16S rRNA 基因序列号：**FN995265。**★种名释意：***kochii* 意为 Koch，旨在纪念著名微生物学家 Robert Koch，故其中文名称为柯赫氏芽胞杆菌（N.L. gen. masc. n. *kochii*，of Koch，named in honour of the famous microbiologist，Robert Koch，with great merit in *Bacillus anthracis* research，to commemorate the centenary of his death on 27 May 1910）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 WCC 4582^T 是从德国医药生产线上分离的。**★形态特征：**细胞革兰氏染色阳性，杆状 [（0.5～0.8）μm ×（3～13）μm]，兼性厌氧，可运动，不产生伴胞晶体。芽胞椭圆形，中生或次端生，胞囊膨大。菌落奶油状，平坦至低凸，半透明不规则的丝状边缘。**★生理特性：**菌株最适生长温度为 30℃，最适 pH 为 7，最适 NaCl 浓度为 0.5%（w/v）。在血琼脂平板上可发生溶血反应。**★生化特性：**过氧化氢酶和柠檬酸盐利用为阳性，氧化酶、厌氧生长、V-P 反应为阴性。硝酸盐还原成亚硝酸盐。不产 3-羟基丁酮、葡萄糖、吲哚或 H_2S。可水解酪蛋白、DNA、明胶和吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80，但不水解七叶苷、马尿酸盐、卵磷脂、淀粉、三丁酸甘油酯、酪氨酸、尿素、黄嘌呤或次黄嘌呤。由甘油和 D-核糖产酸弱。不能由下列化合物产酸：环糊精、D-核糖醇、苦杏仁苷、DL-阿拉伯糖、L-阿糖醇、熊果苷、纤维二糖、香豆酸、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-果糖、DL-岩藻糖、D-半乳糖、异麦芽酮糖、D-葡萄糖酸、D-葡萄糖、D-葡萄糖醛酸盐、甘油、糖原、菊糖、衣康酸、2-酮基-D-葡萄糖酸、5-酮基-D-葡萄糖酸盐、乳糖、D-来苏糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-β-D-吡喃木糖苷、肌醇、N-乙酰基-D-葡萄糖胺、异麦芽酮糖、支链淀粉、棉籽糖、鼠李糖、D-核糖、水杨苷、D-山梨醇、L-山

梨糖、淀粉、蔗糖、D-己酮糖、海藻糖、松二糖、木糖醇、DL-木糖、甘油和 D-核糖。**★化学特性：**细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸，主要呼吸醌为 MK-7，主要脂肪酸有 iso-C15:0、anteiso-C15:0、iso-C14:0 和 iso-C16:0。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和氨磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.4 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与 *B. horneckiae* 的同源性为 97.6%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与上述种的关联度为 17%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    gaatctgagg  gagcttgctc  ccraagatta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa
121   cctgcctgta  agactgggat  aactccggga  aaccggggct  aataccggat  aayatctatt
181   tatacatata  attagattga  aagatggttc  tgctatcact  tacagatggg  cccgcggcgc
241   attagctagt  tggtgaggta  acggctcacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg
301   gtgatcggcc  acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg
361   aatcttccgc  aatggacgaa  agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgagtgat  gaaggttttc
421   ggatcgtaaa  actctgttgt  tagggaagaa  caagtaycgg  agtaactgcc  ggtaccttga
481   cggtacctaa  ccagaaagcc  acggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggt
541   ggcaagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggttcc  ttaagtctga
601   tgtgaaagcc  cacggctcaa  ccgtggaggg  tcattggaaa  ctggggaact  tgagtgcaga
661   agaggaaagt  ggaattccaa  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatttgga  ggaacaccag
721   tggcgaaggc  gactttctgg  tctgtaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcaaa
781   caggattaga  taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaagtg  ttagagggtt
841   tccgcccttt  agtgctgcag  caaacgcatt  aagcactccg  cctggggagt  acgaccgcaa
901   ggttgaaact  caaaggaatt  gacgggggcc  cgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt
961   cgaagcaacg  cgaagaacct  taccagrtct  tgacatcctc  tgacaatcct  agagatagga
1021  ctttcccctt  cgggggacag  agtgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg
1081  agatgttggg  ttaagtcccg  caacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc  agcattyagt
1141  tgggcactct  aaggtgactg  ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc
1201  atcatgcccc  ttatgacctg  ggctacacac  gtgctacaat  ggatggtaca  aagggctgca
1261  agaccgcgag  gtttagccaa  tcccataaaa  ccattctcag  ttcggattgt  aggctgcaac
1321  tcgcctacat  gaagccggaa  tcgctagtaa  tcgcggatca  gcatgccgcg  gtgaatacgt
1381  tcccgggcct  tgtacacacc  gcccgtcaca  ccacgagagt  ttgtaacacc  cgaagtcggt
1441  ggggtaacct  tttggagcca  gccgcctaag  gtgggacaga  tgattggggt  gaagtcgtaa
1501  caaggtagcc  g
```

110. *Bacillus kokeshiiformis*（小木偶芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-110。*Bacillus kokeshiiformis* Poudel et al.，2014，sp. nov（小木偶芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MO-04 = JCM 19325 = KCTC 33163。**★16S rRNA 基因序列号：**JX848633。**★种名释意：***kokeshiiformis* 中 *kokeshi* 为日本小木偶娃娃之意，*ormis* 为形状之意，故其中文名称为小木偶芽胞杆菌［N.L. n. *kokeshi*，Japanese，a Japanese doll with a long trunk and a cuboid-shaped head；L. adj. suff. *formis*（from L. n. *forma*，figure，shape，appearance），-like，in the shape of；N.L. masc. adj. *kokeshiiformis*，with the shape of a Japanese kokeshi doll］。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 MO-04^{T}从海洋动物资源（MAR）堆肥中分离得到。★**形态特征：**杆状芽胞，革兰氏阳性，兼性厌氧。★**生理特性：**耐热，菌株生长的温度为 36～61℃，最适生长温度为 50℃。适合生长的 pH 为 4.5～9.0，最适 pH 为 7.2。可在高达 8%的 NaCl 中生长。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。API 50CHB 结果表明，由下列物质大量产酸但不产气：L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、熊果苷、D-水杨苷、糖原、D-麦芽糖、D-己酮糖、D-蜜二糖和 D-海藻糖，由 D-松二糖和 D-纤维二糖少量产酸但不产气。但不能由下列物质产酸：甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、核糖醇、甲基-β-D-木糖苷、D-半乳糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、苦杏仁苷、乳糖、D-蔗糖、菊糖、松三糖、L-棉籽糖、木糖醇、苦杏仁糖、DL-岩藻糖、D-阿糖醇、葡萄糖酸、2-酮基-葡萄糖酸和 5-酮基-葡萄糖酸。能水解七叶苷。API 20E 结果表明，下列反应为阳性：明胶水解、硝酸盐还原和 ONPG 测试。下列反应为阴性：精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸利用、脲酶、色氨酸脱氨酶、V-P 反应（产 3-羟基丁酮）、产吲哚和 H_2S。硝酸盐不能还原为 N_2 或 NH_3。甲基红反应为阳性。能水解吐温 20 和吐温 80，不能水解 DNA、酪蛋白、纤维素、苯丙氨酸、淀粉和酪氨酸。能利用下列物质作为唯一碳源，或碳源、氮源和能源：D-葡萄糖、D-木糖、D-果糖、D-半乳糖、L-阿拉伯糖、D-纤维二糖、D-麦芽糖、甘露糖、海藻糖、葡萄糖酸、甲酸、丙酮酸、乙酸、L-精氨酸、L-谷氨酸、L-组氨酸、L-异亮氨酸。但下列物质不能作为唯一碳源，或碳源、氮源和能源：D-阿拉伯糖、淀粉、菊糖、乳酸、草酸、丙酸、琥珀酸、D-酒石酸、L-丙氨酸、L-天冬氨酸、L-半胱氨酸、L-赖氨酸、L-苏氨酸和 L-缬氨酸。D-葡萄糖发酵产 L-乳酸。★**化学特性：**细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要醌类为 MK-7。主要脂肪酸（＞10%）为 $C_{16:1}$、$C_{14:1}$、$C_{17:0}$ 和 $C_{17:1}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和两种未知磷脂。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.4 mol%。16S rRNA 基因序列分析显示该菌株与 *B. thermolactis* R-6488^T、*B. thermoamylovorans* CNCM I-1378^T、*B. humi* LMG 22167^T 和 *B. niacini* IFO 15566^T 的同源性分别为 99.4%、94.1%、93.3%和 93.2%，与其他菌株相比同源性低于 93%。MO-04^T 与 *B. thermolactis* DSM 23332^T 的 DNA-DNA 杂交关联度为 45%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctgacgcatg  ctatacatgc  aagtcgagcg  gaccaataga  aaagcttgct  tttcttgagg
61    ttagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg  caacctacct  gtaagactgg  gataacttac
121   ggaaacgtga  gctaataccg  gatagtttca  cttctcgcat  gagaagtgaa  ggaaagatgg
181   cttttagcta  tcacttacag  atgggcccgc  ggcgcattag  ctagttggtg  gggtaaaggc
241   ctaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact  gggactgaga
301   cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct
361   gacggagcaa  cgccgcgtga  gcgaagaagg  tcttcggatc  gtaaagctct  gttgttaggg
421   aagaacaagt  accggagtaa  ctgacggtac  cttgacggta  cctaaccaga  aagccacggc
481   taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  taggtggcaa  gcgttgtccg  gaatcattgg
541   gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtcctttaag  tctgatgtga  aatcttgcgg  ctcaaccgta
601   agcggtcatt  ggaaactggg  ggacttgagt  gcaggagagg  aaagcggaat  tccatgtgta
661   gcggtgaaat  gcgtagagat  atggaggaac  accagtggcg  aaggcggctt  tctggcctgt
721   aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca
```

781　cgccgtaaac　gatgagtgct　aagtgttggg　agggtttccg　cccttcagtg　ctgcagctaa
841　cgcattaagc　actccgcctg　gggagtacgg　tcgcaagact　gaaactcaaa　ggaattgacg
901　gggacccgca　caagcggtgg　agcatgtggt　ttaattcgaa　gcaacgcgaa　gaaccttacc
961　aggtcttgac　atctcctgac　caccctagag　atagggcttt　cccttcgggg　acaggatgac
1021　aggtggtgca　tggttgtcgt　cagctcgtgt　cgtgagatgt　tgggttaagt　cccgcaacga
1081　gcgcaacccct　tgtccttagt　tgccagcatt　cagttgggca　ctctaaggag　actgccggct
1141　aaaagtcgga　ggaaggtggg　gatgacgtca　aatcatcatg　ccccttatga　cctgggctac
1201　acacgtgcta　caatggatgg　tacaaagggc　tgcgataccg　cgaggtggag　ctaatcccaa
1261　aaaaccattc　tcagttcgga　ttgcaggctg　caactcgcct　gcatgaagcc　ggaatcgcta
1321　gtaatcgcag　atcagcatgc　tgcggtgaat　acgttcccgg　gtcttgtaca　caccgcccgt
1381　cacaccacga　gagtttgtaa　cacccgaagt　cggtgaggta　accttttgg　gagccagccg
1441　ccgaaggtaa　tcga

111. *Bacillus koreensis*（韩国芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-111。*Bacillus koreensis* Lim et al.，2006，sp. nov.（韩国芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BR030 = DSM 16467 = KCTC 3914。**★16S rRNA基因序列号：**AY667496。**★种名释意：***koreensis*为韩国之意，故其中文名称为韩国芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *koreensis*，pertaining to Korea）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BR030^T 从韩国柳树根际中分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，杆状［（0.8～1.6）μm ×（1.6～2.8）μm］，严格好氧，可运动，形成芽胞。菌落呈奶油黄色、光滑、凸起、圆形或微不规则。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～48℃、4.5～9.0 和 0～9%；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 35～40℃、7.0 和 0～3%。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解七叶苷、酪蛋白、淀粉和尿素，不能水解吐温 80、L-酪氨酸、次黄嘌呤和黄嘌呤。利用下列化合物产酸：D-葡萄糖、D-果糖、D-核糖、α-D-乳糖、麦芽糖、D-海藻糖、D-棉籽糖、甘油、蔗糖和 D-蜜二糖。不能利用下列化合物产酸：D-甘露醇、D-木糖、L-阿拉伯糖、L-鼠李糖、核糖醇或 D-甘露糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 A1γ，特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸；细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{14:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 BR030^T 与 *B. flexus* DSM 1320^T 的同源性为 96.8%，与其他菌株的同源性低于 96.2%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 BR030^T 与 *B. flexus* DSM 1320^T 的关联度为 57%。16S rRNA 基因序列如下。

1　aacaagttag　cggcggacgg　gtgagtaaca　cgtgggtaac　ctgcctgtaa　gatggggata
61　actccgggaa　accggagcta　ataccgaata　acactttcgc　tcgcatgagc　ggatgttaaa
121　agacggtttc　ggctgtcact　tacagatgga　cccgcggcgc　attagctagt　tggtgaggta
181　acggctcacc　aaggcgacga　tgcgtagccg　acctgagagg　gtgatcggcc　acactgggac
241　tgagacacgg　cccagactcc　tacgggaggc　agcagtaggg　aatcttccgc　aatggacgaa
301　agtctgacgg　agcaacgccg　cgtgagtgat　gaaggttttc　ggatcgtaaa　actctgttgt
361　tagggaagaa　caagtatgag　agtaactgct　cgtaccttga　cggtacctaa　ccagaaagcc
421　acggctaact　acgtgccagc　agccgcggta　atacgtaggt　ggcaagcgtt　gtccggaatt
481　attgggcgta　aagcgcgcgc　aggcggttcc　ttaagtctga　tgtgaaagcc　cacggctcaa

541	ccgtggaggg	tcattggaaa	ctggggaact	tgagtgcaga	agaggaaagc	ggaattccac
601	gtgtagcggt	gaaatgcgta	gagatgtgga	ggaacaccag	tggcgaaggc	ggctttctgg
661	tctgtaactg	acgctgaggc	gcgaaagcgt	ggggagcaaa	caggattaga	taccctggta
721	gtccacgccg	taaacgatga	gtgctaagtg	ttagagggtt	tccgcccttt	agtgctgcag
781	ctaacgcatt	aagcactccg	cctggggagt	acggccgcaa	ggctgaaact	caaaggaatt
841	gacgggggcc	cgcacaagcg	gtggagcatg	tggtttaatt	cgaagcaacg	cgaagaacct
901	taccaggtct	tgacatcctt	tgaccactct	agagatagag	ctttcccctt	cgggggacaa
961	agtgacaggt	ggtgcatggt	tgtcgtcagc	tcgtgtcgtg	agatgttggg	ttaagtcccg
1021	caacgagcgc	aacccttgat	cttagttgcc	agcattaagt	tgggcactct	aaggtgactg
1081	ccggtgacaa	accggaggaa	ggtggggatg	acgtcaaatc	atcatgcccc	ttatgacctg
1141	ggctacacac	gtgctacaat	ggatgataca	aagggttgcg	aagccgcgag	gtgaagctaa
1201	tctcataaaa	tcattctcag	ttcggattgt	aggctgcaac	tcgcctacat	gaagctggaa
1261	tcgctagtaa	tcgcggatca	gcatgccgcg	gtgaatacgt	tcccgggcct	tgtacacacc
1321	gcccgtcaca	ccacgagagt	ttgtaacacc	cgaagtcggt	ggggtaaccg	

112. *Bacillus korlensis*（库尔勒芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-112。*Bacillus korlensis* Zhang et al.，2009，sp. nov.（库尔勒芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ZLC-26 = CCTCC AB 207172 = NRRL B-51302。**★16S rRNA 基因序列号：**EU603328。**★种名释意：***korlensis* 意为模式菌株分离自我国新疆库尔勒，故其中文名称为库尔勒芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *korlensis*，pertaining to Korla，a city of Xinjiang Province in the north-west of China from where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ZLC-26^T 从我国新疆自治区库尔勒采集的沙土样本中分离。**★形态特征：**细胞为革兰氏阳性，杆状［（1.8～3.0）μm ×（0.7～0.8）μm］，严格好氧，形成芽胞，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，次端生或偶尔中生，胞囊膨大。**★生理特性：**可在 7～45℃生长，最适温度为 30～37℃。可在 pH 6.0～9.0 生长，最适 pH 为 7.0～8.0。耐 0～8%（w/v）NaCl（最适浓度为 0～2%）。对氯霉素、卡那霉素、红霉素、庆大霉素、青霉素 G、链霉素、四环素和万古霉素敏感。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶为阳性。硝酸盐可被还原成亚硝酸盐。可水解七叶苷和淀粉，不能水解酪蛋白、明胶、纤维素、几丁质或酪氨酸。产 H_2S。柠檬酸盐利用、产吲哚和脲酶为阴性。由下列物质产酸：甘油（弱）、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、L-鼠李糖、肌醇、D-甘露醇、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖、棉籽糖（弱）。淀粉、糖原、异麦芽酮糖、松二糖和葡萄糖酸钾（弱），不能由下列物质产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖、D-甘露糖、L-山梨糖、半乳糖醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、木糖醇、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、2-酮基葡萄糖酸钾或 5-酮基葡萄糖酸钾。API ZYM 结果表明，下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、α-胰凝乳蛋白酶（弱）、酸性磷酸酶（弱）、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、β-葡萄糖醛酸苷酶（弱），α-葡萄糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶。但下列酶活性为阴性：酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、

N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶或α-岩藻糖苷酶。★**化学特性：**细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、$C_{16:1\omega11c}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.2 mol%。菌株 ZLC-26^T 与 *B. nealsonii* DSM 15077^T、*B. shackletonii* LMG 18435^T、*B. siralis* 171544^T、*B. circulans* IAM 12462^T 和 *B. pocheonensis* Gsoil 420^T 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 97.1%、97.0%、97.0%、96.7%和 96.7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cctaatacat  gcaagtcgag  cggaaattta  aaagcttgct  tttaaatttt  agcggcggac
61    gggtgagtaa  cacgtgggca  acctgcctat  gagactggga  taactccggg  aaaccggggc
121   taataccgga  taattctttt  ctactcatgt  agagaagttg  aaagatggtt  tcggctatca
181   ctcatagatg  ggcccgcggc  gcattagcta  gttggtgagg  taacggctca  ccaaggcgac
241   gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact
301   cctacgggag  gcagcagtag  ggaatcttcc  gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc
361   cgcgtgagtg  atgaaggttt  tcggatcgta  aaactctgtt  gttagggaag  aacaagtacc
421   ggagtaactg  ccggtacctt  gacggtacct  aaccagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca
481   gcagccgcgg  taatacgtag  gtggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgcgc
541   gcaggtggtc  tcttaagtct  gatgtgaaag  cccccggctc  aaccggggag  ggtcattgga
601   aactgggaga  cttgagtgca  ggagagaaga  gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg
661   tagagatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag  gcgactcttt  ggcctgtaac  tgacactgag
721   gcgcgaaagc  gtggggagca  aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat
781   gagtgctaag  tgttagaggg  tttccgccct  ttagtgctgc  agcaaacgca  ttaagcactc
841   cgcctgggga  gtacggccgc  aaggctgaaa  ctcaaaggaa  ttgacggggg  cccgcacaag
901   cggtggagca  tgtggtttaa  tttgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc
961   tctgacaacc  ctagagatag  ggcgttcccc  ttcgggggac  agagtgacag  gtggtgcatg
1021  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg
1081  atcttagttg  ccagcattca  gttgggcact  ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg
1141  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac  acgtgctaca
1201  atgggtggta  caaagggcag  caaaaccgcg  aggtcgagcc  aatcccataa  aaccactctc
1261  agttcggatt  gtaggctgca  actcgcctac  atgaagctgg  aatcgctagt  aatcgcggat
1321  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggc  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga
1381  gtttgtaaca  cccgaagtcg  gtggggtaac  tcgcaagaga  gccagccgcc  taaggtggga
1441  cagatgattg  gggtgaagtc  gtaacaaggt  a
```

113. *Bacillus kribbensis*（韩研所芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-113。*Bacillus kribbensis* Lim et al.，2007，sp. nov.（韩研所芽胞杆菌）。★**模式菌株：**BT080 = DSM 17871 = KCTC 13934。★**16S rRNA 基因序列号：**DQ280367。★**种名释意：***kribbensis* 是根据韩国生物科学与生物技术研究所的首字母缩写 KRIBB 而创造的词汇，故其中文名称为韩研所芽胞杆菌［N.L. masc. adj. *kribbensis*，pertaining to KRIBB（the acronym of the Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology，KRIBB），where taxonomic studies on this species were performed］。

【**种类描述**】★**菌株来源：**菌株 BT080^T 分离自韩国济州岛土壤样品。★**形态特征：**菌株为革兰氏染色阳性、有芽胞结构的杆状菌株，严格好氧，依靠周生鞭毛运动。★生

理特性：菌株最适生长温度为 30～33℃，最适宜 pH 为 5.5～6.5。★**生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐不能还原为亚硝酸盐。API ZYM 结果表明，下列酶活性为阳性：酯酶（C4）、酯酶（C8）、缬氨酸芳基酰胺酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶。能水解酪蛋白和明胶，不能水解吐温 80、淀粉、尿素和 L-酪氨酸。由下列物质产酸：D-葡萄糖、D-果糖、D-核糖、D-木糖、α-D-乳糖、麦芽糖、海藻糖、D-蜜二糖和纤维二糖。不能由下列物质产酸：L-阿拉伯糖、核糖醇、甘油、蔗糖或 D-甘露糖。★**化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{14:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。★**分子特性：**DNA 的 C+G 含量为 43.3 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与亲缘最近种的同源性为 96.38%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ccccagctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag  cggatcgatg
61    gaagcttgct  tcctgagatc  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtgggca  acctgcccct
121   aagatcggga  taacttcggg  aaaccggagc  taataccgga  tatgactttty cttcacatga
181   agggaagtgg  aaagacggtt  tcggctgtca  cttagggatg  ggcccgcggc  gcattagcta
241   gttggtgagg  taacggctca  ccaaggcrac  gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgatcgg
301   ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag  ggaatcttcc
361   gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagtg  aagaaggttt  tcggatcgta
421   aaactctgtt  gtcagggaag  aacaagtacc  atagtaactg  atggtacctt  gacggtacct
481   gaccagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  gtggcaagcg
541   ttgtccggat  ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggtc  ttttaagtct  gatgtgaaag
601   cccacggctc  aaccgtggag  ggtcattgga  aactgggaga  cttgagtgca  gaagaggaga
661   gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag
721   gcgactctct  ggtctgtaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc  gtggggagcg  aacaggatta
781   gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctaag  tgttagaggg  tttccgccct
841   ttagtgctgc  agctaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggccgc  aaggctgaaa
901   ctcaaaggaa  ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca  tgtggtttaa  ttcgaagcaa
961   cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  tctgacaact  ctagagatag  agcgttcccc
1021  ttcgggggac  agagtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg
1081  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcattca  gttgggcact
1141  ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc
1201  ccttatgacc  tgggctacac  acgtgctaca  atggatggta  caaagggcag  caaagccgcg
1261  aggccgagcg  aatcccataa  agccattctc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc
1321  atgaagccgg  aatcgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggc
1381  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgtaaca  cccgaagtcg  gtggggtaac
1441  cttttggagc  cagccgccta  aggtgggaca  gatgattggg  gtgaagtcta  aa
```

114. *Bacillus krulwichiae*（克鲁氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-114。*Bacillus krulwichiae* Yumoto et al.，2003，sp. nov.（克鲁氏芽胞杆菌）。★**模式菌株：**AM31D = IAM 15000 = JCM 11691 = NBRC 102362 = NCIMB 13904。★**16S rRNA 基因序列号：**AB086897。★**种名释意：***krulwichiae* 意为 Krulwich，旨在纪念美国微生物学家 Terry A. Krulwich，故其中文名称为克鲁氏芽胞杆菌（N.L. gen.

n. *krulwichiae*，of Krulwich；named after American microbiologist Terry A. Krulwich who made fundamental contributions to the study of *Alkaliphilic bacteria*）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 AM31D^T 是从日本茨城筑波土壤中分离的。**★形态特征：**革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［（0.5～0.7）μm×（1.5～2.5）μm］，依靠周生鞭毛运动，芽胞椭圆形、次端生，胞囊不膨大。菌落圆形无色。**★生理特性：**在 pH 中性不生长，生长 pH 为 8～10。硝酸盐可还原成成亚硝酸盐，可以在 0～14%的 NaCl 中生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶反应是阳性，吲哚、ONPG 水解和 H_2S 反应阴性。在下列化合物中产酸但不产气：D-木糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-半乳糖、D-核糖、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、甘油和甘露醇（pH 10 时）。在下列化合物中不产酸：D-阿拉伯、L-鼠李糖、D-甘露糖、乳糖、纤维二糖、蜜二糖、棉籽糖、肌醇和山梨醇。可水解淀粉、脱氧核糖核酸、马尿酸盐和吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80。酪蛋白和明胶的水解是可变的。**★化学特性：**主要的呼吸醌为 MK-5、MK-6 和 MK-7，主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.6 mol%～41.5 mol%（HPLC）。DNA-DNA 杂交显示，菌株 AM31D^T 与 *B. alcalophilus* 和 *B. pseudalcaliphilus* 的关联度小于 19.3%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggrcgaactc  tggcggtgts  cctaayacat  rcaagkcgmg  cggtctgatw  aggaccttcc
61    cctwatkcag  ttagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg  caacctgccc  tgtagactgg
121   gataacatcg  agaaatcggt  gctaataccg  gataacatct  gagacctcat  ggtcttagac
181   taaaagatgg  ctccggctat  cactacagga  tgggcccgcg  gcgcattagc  tagttggtaa
241   ggtaatggct  taccaaggcg  acgatgcgta  gccgacctga  gagggtgatc  ggccacactg
301   ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt  ccgcaatgga
361   cgaaagtctg  acggagcaac  gccgcgtgag  tgatgaagga  tttcggttcg  taaagctctg
421   ttgttaggga  agaacaagta  tcgttcgaat  agggcggtac  cttgacggta  cctaaccaga
481   aagccacggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  taggtggcaa  gcgttgtccg
541   gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtcttttaag  tctgatgtga  aagcccacgg
601   ctcaaccgtg  gagggtcatt  ggaaactggg  agacttgagt  acagaagagg  agagtggaat
661   tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagatat  gtggaggaac  accagtggcg  aaggcgactc
721   tctggtctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcaaacagga  ttagataccc
781   tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aggtgttagg  ggtttcgatg  cccttagtgc
841   cgaagttaac  acattaagca  ctccgcctgg  ggagtacgac  cgcaaggttg  aaactcaaag
901   gaattgacgg  gggcccgcac  aagcagtgga  gcatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag
961   aaccttacca  ggtcttgaca  tccttatgcc  ctccctrgrg  atrgggattt  cccttcgggg
1021  acataagtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag
1081  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcat  ttagttgggc  actctaaggt
1141  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg
1201  acctgggcta  cacacgtgct  acaatggatg  gtacaaagag  cagcaaaacc  gcgaggtcga
1261  gccaatctca  taaagccatt  ctcagttcgg  attgtaggct  gcaactcgcc  tacatgaagc
1321  cggaattgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggccttgtac
1381  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttgta  acacccgaag  tcggtggagt  aaccctttg
1441  ggagctagcc  gcctaaggtg  ggacagatga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa  ggtagccgta
1501  tcggaag
```

115. *Bacillus kyonggiensis*（京畿芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-115。*Bacillus kyonggiensis* Dong and Lee，2011，sp. nov.（京畿芽胞杆菌）。**★模式菌株：**NB22 = KEMB 5401-267 = JCM 17569。**★16S rRNA 基因序列号：**JF896450。**★种名释意：***kyonggiensis* 意为模式菌株分离自韩国京畿，故其中文名称为京畿芽胞杆菌（ky.ong.gi.en′sis. N.L. masc. adj. *kyonggiensis*，pertainging to Kyonggi Province，South Korea from where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $NB22^T$ 从韩国京畿道生菜场土壤中分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，杆状［（0.5～0.7）μm ×（1.8～3.0）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，次端生，胞囊膨大。**★生理特性：**适合生长温度为 30～37℃，适合生长 pH 为 8～9，可在 0～4% NaCl 中生长，最适浓度为 1%～2%。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶为阳性。由下列化合物产酸：D-阿拉伯糖、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、核糖、果糖、半乳糖、异麦芽酮糖、葡萄糖酸盐、葡萄糖、甘露糖、甘露醇、麦芽糖、水杨苷、淀粉、海藻糖、D-木糖、乳糖、鼠李糖和 D-松二糖。不能由下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖、L-岩藻糖、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸、糖原、肌醇、菊糖、D-来苏糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、山梨醇、蔗糖、山梨糖、D-己酮糖、木糖醇和木糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要特征脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、$C_{14:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.3 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明，菌株 $NB22^T$ 与 *B. siralis* 171544^T 和 *B. korlensis* ZLC-26^T 的同源性分别为 98.1%和 97.3%，与其他芽胞杆菌属种类的同源性均低于 96.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctatacatgc  aagtcgagcg  cttgcatatt  gaaagcttgc  tttcaatatg  cttgagcggc
61    ggacgggtga  gtaacacgtg  ggcaacctgc  ctgtaagact  gggataactt  cgggaaaccg
121   gagctaatac  cggataatgc  ttttgaactc  atgttcgaaa  gctgaaagat  ggtttcggct
181   atcacttaca  gatgggcccg  cggcgcatta  gctagttggt  gaggtaacgg  ctcaccaagg
241   cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca
301   gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca
361   acgccgcgtg  agtgatgaag  gttttcggat  cgtaaaactc  tgttgttagg  gaagaacaag
421   taccggagta  actgccggta  ccttgacggt  acctaaccag  aaagccacgg  ctaactacgt
481   gccagcagcc  gcggtaatac  gtaggtggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc
541   gcgcgcaggc  ggtcttttaa  gtctgatgtg  aaagcccccg  gctcaaccgg  ggagggtcat
601   tggaaactgg  gagacttgag  tgcagaagag  aagagcggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa
661   tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcggct  ctttggtctg  taactgacgc
721   tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa
781   cgatgagtgc  taagtgttag  agggtttccg  ccctttagtg  ctgcagcaaa  cgcattaagc
841   actccgcctg  gggagtacgg  ccgcaaggct  gaaactcaaa  ggaattgacg  ggggcccgca
901   caagcggtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac
961   atcctctgcc  aaccctagag  atagggcgtt  ccccttcggg  ggacrgagtg  acaggtggtg
1021  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc
1081  cttgatctta  gttgccagca  tttagttggg  cactctaagg  tgactgccgg  tgacaaaccg
1141  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct  acacacgtgc
```

1201	tacaatggat	ggtacaaagg	gcagcaaaac	cgcgaggtcg	agccaatccc	ataaaaccat
1261	tctcagttcg	gattgtaggc	tgcaactcgc	ctacatgaag	ccggaatcgc	tagtaatcgc
1321	ggatcagcat	gccgcggtga	atacgttccc	gggccttgta	cacaccgccc	gtcacaccac
1381	gagagtttgt	aacacccgaa	gtcggtgggg	taaccgtaag	gagccagccg	cctaaggtgg
1441	gacagatgat	tggggtgaag	tcg			

116. *Bacillus lehensis*（列城芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-116。*Bacillus lehensis* Ghosh et al.，2007，sp. nov.（列城芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MLB2 = JCM 13820 = MTCC 7633。**★16S rRNA 基因序列号：**AY793550。**★种名释意：***lehensis* 意为模式菌株分离自印度列城，故其中文名称为列城芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *lehensis*，pertaining to Leh，in India，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $MLB2^T$ 是从印度列城土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，杆状，好氧，可运动。芽胞为椭圆形，端生，胞囊不膨大。菌落为圆形，光滑，表面凸起，奶油色。**★生理特性：**菌株的生长温度为 10～37℃，最适生长温度为 25℃，pH 为 7.0～11.0，最适 pH 为 8.0。最适 NaCl 浓度为 12%。麦康凯（MacConkey）琼脂和西蒙氏（Simmons）柠檬酸盐琼脂上菌株不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不产 H_2S，吲哚、尿素、甲基红和 V-P 反应为阴性，ONPG 水解反应为阴性。能将硝酸盐降解成亚硝酸盐。有氧环境下产酸。水解酪蛋白、明胶、马尿酸盐和淀粉。精氨酸、苯丙氨酸和酪氨酸水解酶为阴性。4-甲基伞形酮-β-D-葡萄糖醛酸（MUG）反应为阴性。**★化学特性：**细胞壁中含有 *meso*-二氨基庚二酸，作为特征二氨基酸。D-葡萄糖、D-半乳糖和 D-木糖是细胞壁的主要多糖。主要极性脂为二磷脂酰甘油，磷脂酰乙醇胺和磷脂酰甘油，还有两种未知的磷脂 PL1 和 PL2。菌株主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（57.0%）、anteiso-$C_{15:0}$（17.5%）和 iso-$C_{17:0}$（8.2%）。**★分子特性：**DNA 中的 G+C 含量为 41.4 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与 *Bacillus oshimensis* JCM 12663T 的同源性为 98.8%，与其他菌株的同源性低于 96.2%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与 *Bacillus oshimensis*、*Bacillus patagoniensis*、*Bacillus clausii* 和 *Bacillus gibsonii* 关联度分别为 62%、55%、51%和 34%。16S rRNA 基因序列如下。

1	aattcgatta	gagtttgatc	ctggctcagg	acgaacgctg	gcggcgtgcc	taatacatgc
61	aagtcgagcg	gacagaaggg	agcttgctcc	cggacgttag	cggcggacgg	gtgagtaaca
121	cgtaggtaac	ctgcccctta	gactgggata	actccgggaa	accggagcta	atacgggata
181	ataaagagaa	tcacctgatt	ctcttttgaa	agacggtttc	ggctgtcact	aagggatggg
241	cctgcggcgc	attagctagt	tggtaaggta	acggcttacc	aaggcgacga	tgcgtagccg
301	acctgagagg	gtgatcggcc	acactgggac	tgagacacgg	cccagactcc	tacgggaggc
361	agcagtaggg	aatcttccgc	aatggacgaa	agtctgacgg	agcaacgccg	cgtgagtgag
421	gaaggccttc	gggtcgtaaa	gctctgttgt	gagggaagaa	caagtaccgg	agtaactacc
481	ggtaccttga	cggtacctca	ccagaaagcc	acggctaact	acgtgccagc	agccgcggta
541	atacgtaggt	ggcaagcgtt	gtccggaatt	attgggcgta	aagcgcgcgc	aggcggcttc
601	ttaagtctga	tgtgaaatct	cggggctcaa	ccccgagcgg	ccattggaaa	ctgggaagct
661	tgagtgcaga	agaggagagt	ggaattccac	gtgtagcggt	gaaatgcgta	gatatgtgga

721　ggaacaccag　tggcgaaggc　gactctctgg　tctgtaactg　acgctgaggc　gcgaaagcgt
781　ggggagcaaa　caggattaga　taccctggta　gtccacgccg　taaacgatga　gtgctaggtg
841　ttaggggttt　cgatgcccgt　agtgccgaag　taaacacatt　aagcactccg　cctggggagt
901　acggccgcaa　ggctgaaact　caaaggaatt　gacggggacc　cgcacaagca　gtggagcatg
961　tggtttaatt　cgaagcaacg　cgaagaacct　taccaggtct　tgacatcctt　tgaccactct
1021　ggagacagag　cttccccttc　gggggcaaag　tgacaggtgg　tgcatggttg　tcgtcagctc
1081　gtgtcgtgag　atgttgggtt　aagtcccgca　acgagcgcaa　cccttgatct　tagttgccag
1141　catttagttg　ggcactctaa　ggtgactgcc　ggtgacaaac　cggaggaagg　tggggacgac
1201　gtcaaatcat　catgcccctt　atgacctggg　ctacacacgt　gctacaatgg　atggtacaaa
1261　gggcagcgaa　accgcgaggt　ggagccaatc　ccataaagcc　attctcagtt　cggattgtag
1321　gctgcaactc　gcctacatga　agccggaatt　gctagtaatc　gcggatcagc　atgccgcggt
1381　gaatacgttc　ccgggtcttg　tacacaccgc　ccgtcacacc　acgagagttt　gtaacacccg
1441　aagtcggtga　ggtaaccttt　tggagccagc　cgcctaaggt　gggacaaatg　attggggtga
1501　agtcgtaaca　aggtaaccgt　atcgg

117. *Bacillus lentus*（迟缓芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-117。*Bacillus lentus* Gibson，1935，species（迟缓芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ATCC 10840 = CCM 2214 = BCRC（formerly CCRC）11735 = CCUG 1816 = CIP 52.74 = DSM 9 = HAMBI 1918 = IAM 12466 = IFO（now NBRC）15655 = IFO（now NBRC）16413 = IFO（now NBRC）16444 = JCM 2511 = LMG 16798 = NCCB 48017 = NCIMB 8713 = NCIMB 8773（formerly NCDO 1127）= NCTC 4824 = NRRL B-396 = VKM B-500。**★16S rRNA 基因序列号：**AB021189。**★种名释意：***lentus* 为迟缓之意，故其中文名称为迟缓芽胞杆菌（L. masc. adj. *lentus*，slow）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ATCC 10840^T 是从土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格好氧，直或略弯，圆末端，杆状（直径 0.7～0.8 μm），单生或成对，偶尔形成短链状，可运动。芽胞次端生或旁生，胞囊略膨大。在 TSA 培养基上培养 2 d，菌落直径 1～2 mm，菌落发白，不透明，扁平，表面光滑，边缘整齐。**★生理特性：**菌株的生长温度为 10～40℃，最适生长温度为 30℃，pH 为 5.0～10.0，最适 pH 为 8.0。最适 NaCl 浓度为 5%。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性。可水解淀粉，但不能水解酪蛋白。API 20E 结果表明，ONPG 水解、脲酶和硝酸盐还原为阳性。柠檬酸盐的利用是可变的。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、产 H_2S 和吲哚、色氨酸脱氨酶、明胶水解和 V-P 反应为阴性。API 50CH 结果表明，可水解七叶苷，由下列物质产酸但不产气：乳糖、N-乙酰葡萄糖胺、蔗糖和 D-海藻糖。由下列物质产酸活性较弱：苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、熊果苷、D-纤维二糖、D-果糖、半乳糖、异麦芽酮糖、D-葡萄糖、麦芽糖、甘露醇、D-甘露糖、D-松三糖、D-蜜二糖、甲基-木糖苷、D-棉籽糖、鼠李糖、核糖、水杨苷、淀粉和 D-木糖。API Biotype 100 结果显示，能水解羟基喹啉-β-葡萄糖醛酸，可利用 D-葡萄糖胺、D-葡萄糖醛酸和 2-酮基-D-葡萄糖酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（19.34%）、anteiso-$C_{15:0}$（50.41%）和 iso-$C_{17:0}$（1.74%）。**★分子特性：**DNA 中的 G+C 含量为 36.3 mol%（T_m）和 36.4 mol%（Bd）。16S rRNA 基因序列如下。

1　agagtttgat　cctggctcag　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc

61	gaatggatgg	gagcttgctc	ccagaagtta	gcggcggacg	ggtgagtaac	acgtgggcaa
121	cctacctgta	agactgggat	aacttcggga	aaccggagct	aataccggat	aacttctttc
181	ttctcctgga	gaaaggttga	aagacggctt	cggctgtcac	ttacagatgg	gcccgcggcg
241	cattagctag	ttggtgaggt	aacggctcac	caaggcaacg	atgcgtagcc	gacctgagag
301	ggtgatcggc	cacactggga	ctgagacacg	gcccagactc	ctacgggagg	cagcagtagg
361	gaatcttccg	caatggacga	aagtctgacg	gagcaacgcc	gcgtgagtga	tgaaggtttt
421	cggatcgtaa	aactctgtta	tcagggaaga	acaagtatcg	gagtaactgc	cggtaccttg
481	acggtacctg	accagaaagc	cacggctaac	tacgtgccag	cagccgcggt	aatacgtagg
541	tggcaagcgt	tgtccggaat	tattgggcgt	aaagcgcgcg	caggcggttt	cttaagtctg
601	atgtgaaagc	ccacggctca	accgtggaag	gtcattggaa	actgggagac	ttgagtgcag
661	aagagaagag	cggaattcca	cgtgtagcgg	tgaaatgcgt	agagatgtgg	aggaacacca
721	gtggcgaagg	cggctctttg	gtctgtaact	gacgctgagg	cgcgaaagcg	tggggagcga
781	acaggattag	ataccctggt	agtccacgcc	gtaaacgatg	agtgctaagt	gttagagggt
841	ttccgccctt	tagtgctgca	gttaacgcat	taagcactcc	gcctggggag	tacggccgca
901	aggctgaaac	tcaaaggaat	tgacgggggc	ccgcacaagc	ggtggagcat	gtggtttaat
961	tcgaagcaac	gcgaagaacc	ttaccaggtc	ttgacatcct	ctgaccaccc	tagagatagg
1021	gacttcccct	tcgggggaca	gagtgacagg	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt
1081	gagatgttgg	gttaagtccc	gcaacgagcg	caacccttaa	ccttagttgc	cagcattcag
1141	ttgggcactc	taaggtgact	gccggtgaca	aaccggagga	aggtggggat	gacgtcaaat
1201	catcatgccc	cttatgacct	gggctacaca	cgtgctacaa	tggatggtac	aaagggttgc
1261	aagaccgcga	ggtttagcta	atcccataaa	accattctca	gttcggattg	caggctgcaa
1321	ctcgcctgca	tgaagccgga	atcgctagta	atcgtggatc	agcatgccac	ggtgaatacg
1381	ttcccgggcc	ttgtacacac	cgcccgtcac	accacgagag	tttgtaacac	ccgaagtcgg
1441	tggggtaacc	cttacgggag	ccagccgccg	aaggtgggac	agatgattgg	ggtgaagtcg
1501	taacaaggta	gcgtatcgga	aggtgcggtg	gatca		

118. *Bacillus licheniformis*（地衣芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-118。*Bacillus licheniformis*（ex Weigmann，1898）Chester，1901，species（地衣芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ATCC 14580 = CCM 2145 = BCRC（formerly CCRC）11702 = CCUG 7422= CFBP 4227 = CIP 52.71= DSM 13= HAMBI 1823 = IAM 13417 = IFO（now NBRC）12200 = JCM 2505 = KCTC 1753 = KCTC 1918 = LMG 6933 = LMG 12363 = LMG 12407 = NCAIM B.01470 = NCCB 50016 = NCCB 75015 = NCIMB 9375（formerly NCDO 1772）= NCTC 10341 = NRRL NRS-1264= VKM B-511。**★16S rRNA 基因序列号：**CP000002，异名：*Clostridium licheniforme* Weigmann，1898 和 *Denitrobacillus licheniformis*（Weigmann，1898）Verhoeven，1952。**★种名释意：***licheniformis* 中 *lichen* 为地衣之意，*formis* 为形状之意，故其中文名称为地衣芽胞杆菌［Gr. n. *lichen*，lichen；L. suff. *-formis*（from L. n. forma，figure，shape，appearance），-like，in the shape of；N.L. masc. adj. *licheniformis*，lichen-shaped（Weigmann，1898）］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ATCC 14580^T 是从土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性好氧，直或略弯杆状［（0.6～0.8）μm ×（1.5～3.0）μm］，圆末端，成单、成双或链状排列，可运动。芽胞次端生或旁中生，胞囊不膨大。菌落圆形或不规

则，直径 2～4 mm，边缘粗糙，不透明，黏着，扩展，菌落发白，或奶油色。**★生理特性：**菌株的生长温度为 15～55℃，最适 pH 为 5.7～6.8，最适 NaCl 浓度为 7%。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶可变。可水解酪蛋白、七叶苷、明胶和淀粉，有些菌株可水解尿素，苯丙氨酸脱氨酶为阴性，精氨酸双水解酶为阳性。可分解果胶和植物组织中的多糖。能利用柠檬酸盐和丙酸盐，被用作唯一碳源。硝酸盐还原成亚硝酸盐。V-P 反应为阳性。在葡萄糖和其他碳水化合物中产酸但不产气。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（37.16%）、anteiso-$C_{15:0}$（34.93%）和 iso-$C_{17:0}$（8.27%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.9 mol%～49.9 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61     ggaccgacgg  gagcttgctc  ccttaggtca  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggtaa
121    cctgcctgta  agactgggat  aactccggga  aaccggggct  aataccggat  gcttgattga
181    accgcatggt  tcaatcataa  aaggtggctt  ttagctacca  cttgcagatg  gacccgcggc
241    gcattagcta  gttggtgagg  taacggctca  ccaaggcgac  gatgcgtagc  cgacctgaga
301    gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag
361    ggaatcttcc  gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagtg  atgaaggttt
421    tcggatcgta  aaactctgtt  gttagggaag  aacaagtacc  gttcgaatag  ggcggtacct
481    tgacggtacc  taaccagaaa  gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta
541    ggtggcaagc  gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  ttcttaagtc
601    tgatgtgaaa  gcccccggct  caaccgggga  gggtcattgg  aaactgggga  acttgagtgc
661    agaagaggag  agtggaattc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac
721    cagtggcgaa  ggcgactctc  tggtctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc
781    gaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctaa  gtgttagagg
841    gtttccgccc  tttagtgctg  cagcaaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggtcg
901    caagactgaa  actcaaagga  attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta
961    attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ctctggcaac  cctagagata
1021   gggcttcccc  ttcgggggca  gagtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt
1081   gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccttga  tcttagttgc  cagcattcag
1141   ttgggcactc  taaggtgact  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat
1201   catcatgccc  cttatgacct  gggctacaca  cgtgctacaa  tgggcagaac  aaagggcagc
1261   gaagccgcga  ggctaagcca  atcccacaaa  tctgttctca  gttcggatcg  cagtctgcaa
1321   ctcgactgcg  tgaagctgga  atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg
1381   ttcccgggcc  ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  tttgtaacac  ccgaagtcgg
1441   tgaggtaacc  ttttggagcc  agccgccgaa  ggtgggacag  atgattgggg  tgaagtcgta
1501   acaaggtagc  cgtatcggaa  ggtgcggctg  gatcacctcc  tttct
```

119. *Bacillus ligniniphilus*（嗜木质素芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-119。*Bacillus ligniniphilus* Zhu et al.，2014，sp. nov.（嗜木质素芽胞杆菌）。**★模式菌株：**L1 = JCM 18543 = DSM 26145。**★16S rRNA 基因序列号：**JQ044788。**★种名释意：***ligniniphilus* 中 *ligninum* 为木质素之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜木质素芽胞杆菌［N.L. neut. n. *ligninum*，lignin；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos-ê-on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *ligniniphilus* lignin-loving，isolated as a lignin

degrader with lignin as a single carbon source]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 L1^T 从我国南海沉积物中分离得到。★形态特征：嗜碱，耐盐，革兰氏染色阳性。★生理特性：菌株生长适应温度及 pH 范围较宽，能适应 10～45℃，最适合温度为 30℃；适合生长的 pH 为 6～11，最适 pH 为 7.0。可在 0～10%（w/v）NaCl 中生长，最适为 2%。★生化特性：过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐不能还原为亚硝酸盐。能水解腺嘌呤、酪蛋白、明胶、鸟嘌呤、次黄嘌呤、尿素、黄嘌呤、酪氨酸、吐温 20、吐温 40、吐温 60 和 DNA，不能水解精氨酸、糊精、ONPG、淀粉或吐温 80。甲基红和 V-P 反应为阴性。不产吲哚和 H_2S。由下列物质产酸：甘油、D-核糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露醇、苦杏仁糖、甲基-β-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、七叶苷、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、木糖醇 D-阿糖醇。但不能由下列物质产酸：赤藓糖醇、DL-阿拉伯糖、乳糖、DL-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-甘露糖、L-山梨糖、半乳糖醇、肌醇、L-鼠李糖、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、蜜二糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、松二糖、DL-岩藻糖、D-己酮糖、D-来苏糖、L-阿糖醇、葡萄糖酸、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸。能利用下列物质作为唯一碳源或氮源：乙酸、延胡索酸、乳酸、丙酮酸、琥珀酸、乳糖、海藻糖、葡萄糖胺、酒石酸、木糖醇、L-精氨酸、次黄嘌呤和柠檬酸钠，但不能利用七叶苷、肌酸、草酸或山梨酸。★化学特性：主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁中的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要特征脂肪酸为 iso-$C_{14:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要极性脂质包括磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 40.76 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与 *Bacillus nanhaiisediminis* JCM 16507^T、*Bacillus halodurans* DSM 497^T、*Bacillus pseudofirmus* DSM 8715^T 的同源性分别为 96.5%、95.9%、95.7%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与上述菌株的关联度分别为 21.7%、14.3%、13.9%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     caggcagtgg  ggacctaggt  ctaataattg  caagtcgagc  ggaccaaagg  gagcttgctc
61    ctggaggtta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  cctgcctcgt  agactgggat
121   aacaccgaga  aatcggtgct  aataccggat  gatttctttc  tccgcatgga  gaaaggataa
181   aagttggttc  tgctaacact  acgagatggg  cccgcggcgc  attagctagt  tggtaaggta
241   acggcttacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg  gtgatcggcc  acactgggac
301   tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttccgc  aatggacgaa
361   agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgaacgat  gaaggtcttc  ggattgtaaa  gttctgttgt
421   tagggaagaa  cacgtaccgt  tcgaaagggc  ggtaccttga  cggtacctaa  cgagaaagcc
481   acggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggt  ggcaagcgtt  gtccggaatt
541   attgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggtctt  ttaagtctga  tgtgaaagcc  cacggctcaa
601   ccgtggaggg  tcattggaaa  ctgggagact  tgagtgcaga  agaggagagt  ggaattccac
661   gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc  gactctctgg
721   tctgtaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcaaa  caggattaga  taccctggta
781   gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaggtg  ttaggggttt  cgatgccctt  agtgccgaag
841   ttaacacatt  aagcactccg  cctggggagt  acgaccgcaa  ggttgaaact  caaaggaatt
901   gacgggggcc  cgcacaagca  gtggagcatg  tggtttaatt  cgaagcaacg  cgaagaacct
961   taccaggtct  tgacatcctt  tgaccactct  ggagacagag  ctttcccctt  cgggggacaa
```

1021　agtgacaggt　ggtgcatggt　tgtcgtcagc　tcgtgtcgtg　agatgttggg　ttaagtcccg
1081　caacgagcgc　aacccttgac　cttagttgcc　agcattcagt　tgggcactct　aaggtgactg
1141　ccggtgacaa　accggaggaa　ggtggggatg　acgtcaaatc　atcatgcccc　ttatgacctg
1201　ggctacacac　gtgctacaat　ggatggtaca　aagggcagcg　aagccgcgag　gtggagccaa
1261　tcccataaag　ccattctcag　ttcggattgc　aggctgcaac　tcgcctgcat　gaagccggaa
1321　ttgctagtaa　tcgcggatca　gcatgccgcg　gtgaatacgt　tcccgggcct　tgtacacacc
1381　gcccgtcaca　ccacgagagt　ttgtaacacc　cgaagtcggt　gaggtaacct　ttggagccag
1441　cccgcctaaa　aggtggaacc　aaggaaggg

120. *Bacillus litoralis*（岸滨芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-120。*Bacillus litoralis* Yoon and Oh，2005，sp. nov.（岸滨芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SW-211 = DSM 16303 = KCTC 3898。**★16S rRNA 基因序列号：**AY608605。**★种名释意：***litoralis* 为海滨之意，故其中文名称为岸滨芽胞杆菌（L. masc. adj. *litoralis*，of or belonging to the sea-shore）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SW-211^T 是从韩国黄海滩涂上分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.8～1.0）μm ×（2.5～4.5）μm］，革兰氏染色可变，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，中生、次端生或端生，胞囊膨大。MA 培养基上 37℃培养 2d 后形成的菌落直径约 2～3 mm、圆形至不规则、光滑、微凸、黄白色。随着培养时间的延长，菌落颜色从中心变黑。**★生理特性：**生长的温度是 4～45℃，最适生长温度是 37℃，46℃时菌株不能生长；最适的生长 pH 为 7.5，在 pH 为 5.5 时菌株能生长，在 pH 为 5.0 时菌株不能生长；最适生长的 NaCl 浓度是 2%～3%，无 NaCl 或 NaCl 浓度超过 11%时菌株不能生长。MA 或含硝酸盐的 MA 培养基上厌氧条件时菌株不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，脲酶为阴性。不能水解次黄嘌呤、酪氨酸和黄嘌呤。不产 H_2S 和吲哚。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶为阴性。API ZYM 结果表明，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶为阳性，但酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡糖苷酶、β-葡糖苷酶、N-乙酰-β-葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。由下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、D-纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-松三糖、蜜二糖、D-棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、蔗糖和 D-海藻糖。但不能由下列化合物产酸：核糖醇、D-山梨醇、肌醇或麦芽糖。能利用下列物质生长：L-阿拉伯糖、D-果糖、D-葡萄糖、D-海藻糖、D-木糖、乳糖、乙酯和 L-苹果酸盐。但不能利用下列物质：苯甲酸盐、柠檬酸盐、甲酸盐、琥珀酸盐或 L-谷氨酸。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{14:0}$。细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35.2 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 SW-211^T 与 *Bacillus* 菌株的同源性低于 96.2%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc　gaattgatgg　gagcttgctc
61　cctgatatta　gcggcggacg　ggtgagtaac　acgtgggtaa　cctgcctgta　agattgggat
121　aactccggga　aaccggagct　aataccggat　aatatgttga　accgcatggt　tcaacattga

```
181    aagatggctt  ttgctatcac  ttacagatgg  acccgcggcg  cattagctag  ttggtgaggt
241    aacggctcac  caaggcaacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga
301    ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg  caatggacga
361    aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgaacga  tgaaggcctt  cgggtcgtaa  agttctgttg
421    ttagggaaga  acaagtacca  gagtaactgc  tggtaccttg  acggtaccta  accagaaagc
481    cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  tggcaagcgt  tgtccggaat
541    tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggtggttt  cttaagtctg  atgtgaaagc  ccacggctca
601    accgtggagg  gtcattggaa  actggggaac  ttgagtgcag  aagaggaaag  tggaattcca
661    agtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatttgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cgactttctg
721    gtctgtaact  gacactgagg  cgcgaaagcg  tggggagcga  acaggattag  ataccctggt
781    agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagagggt  ttccgccctt  tagtgctgca
841    gcaaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggtcgca  agactgaaac  tcaaaggaat
901    tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc
961    ttaccaggtc  ttgacatccc  actgcccggt  atagagatat  acctttccct  tcggggacag
1021   tggtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081   gcaacgagcg  caacccttga  tcttagttgc  cagcattcag  ttgggcactc  taagatgact
1141   gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct
1201   gggctacaca  cgtgctacaa  tggatggtac  aaagggctgc  gagactgcga  agttaagcga
1261   atcccataaa  accattctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca  tgaagctgga
1321   atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc  ttgtacacac
1381   cgcccgtcac  accacgagag  tttgtaacac  ccgaagtcgg  tggggtaacc  gtaaggagcc
1441   agccgcctaa  ggtgggacag  atgattgggg  tgaagtcgta  acaaggtagc  cgtatcggaa
1501   ggtgc
```

121. *Bacillus locisalis*（盐田芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-121。*Bacillus locisalis* Márquez et al.，2011，sp. nov.（盐田芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CG1 = CCM 7370 = CECT 7152 = CGMCC 1.6286 = DSM 18085。**★16S rRNA 基因序列号：**FR714930。**★种名释意：***locisalis* 中 *locus* 为地方盐田之意，*sali* 为盐之意，故其中文名称为盐田芽胞杆菌（L. n. *locus*，place，locality；L. gen. n. *salis*，of salt；N.L. gen. n. *locisalis*，from a place of salt）。

【种类描述】★菌株来源：CG1^T、CG2、CG4、CG6、CG7、103NT4 和 WE1 等 7 株菌株是从我国内蒙古自治区恰甘诺湖中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［1.0 μm ×（2.0～5.0）μm］、可运动、兼性厌氧、中度嗜盐。芽胞椭球形，端生或次端生，胞囊膨大。在碱性培养基中培养 2 d 后形成的菌落呈橘色、圆形、不透明、边缘整齐。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 10～45℃、8～12 和 1%～25%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 37℃、9～10 和 7%～10%。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。利用下列化合物产酸：D-果糖、D-葡萄糖、D-麦芽糖、D-甘露醇、D-蜜二糖、D-核糖、D-海藻糖和 D-木糖。不能利用下列化合物产酸：D-扁桃体、D-阿拉伯糖、L-瓜氨酸、半乳糖醇、DL-乙硫氨酸、甘油、菊糖、乳糖、D-松三糖、肌醇、木糖醇，不能水解酪蛋白，不产吲哚，V-P 反应为阴性。能利用 D-岩藻糖、D-果糖和 D-葡萄糖为唯一碳源和能源。不能利用下列化合物为唯一碳源和能源：七叶苷、丁醇、肌醇、山梨醇、

木糖醇和柠檬酸盐。能利用 L-丙氨酸和半胱氨酸为唯一碳源、氮源和能源，L-苯丙氨酸和 L-谷氨酰胺不能作为唯一碳源、氮源和能源。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.2 mol%～43.4 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明这 7 株菌的 16S rRNA 基因序列同源性为 97.7%～99.9%，与 *B. agaradhaerens* DSM 8721^T 的 16S rRNA 基因序列同源性为 92.6%～93.8%。DNA-DNA 杂交结果表明这 7 株菌的关联度是 85%～100%。16S rRNA 基因序列如下。

1 tttagagttt gattccctgc tcaggacgaa cgctggcggc gtgcctaata catgcaagtc
61 gagcgcgtga agccggcgga tcccttcggg gtgaaaccgg cggaacgagc ggcggacggg
121 tgagtaacac gtggacaact taccttgcag accgggataa ctccgggaaa ccggagctaa
181 taccggatag gtcgccggat cgcctgatcc ggtgataaaa gcgggagctt cgctctcgca
241 ctgcaagatg ggtccgcggc gcattagtta gttggtgagg taacggctca ccaaggcgac
301 gatgcgtagc cgacctgaga gggtgatcgg ccacactggg actgagacac ggcccagact
361 cctacgggag gcagcagtag ggaatcatcc gcaatggacg aaagtctgac ggtgcaacgc
421 cgcgtgaacg atgaaggttt tcggatcgta aagttctgtt gtgagggaag aacaggttcc
481 gttcgaacag ggcggagctt tgacggtacc tcacgagaaa gccccggcta actacgtgcc
541 agcagccgcg gtaatacgta gggggcaagc gttgtccgga attattgggc gtaaagcgcg
601 cgcaggcggt ctcttaagtc tgatgtgaaa acttgcggct caaccgcaag ctggcattgg
661 aaactgggag acttgagtgt aggagaggaa agtggaattc cacgtgtagc ggtgaaatgc
721 gtagatatgt ggaggaacac cagtggcgaa ggcgactttc tggcctacaa ctgacgctga
781 ggtgcgaaag cgtggggagc aaacaggatt agataccctg gtagtccacg ctgtaaacgt
841 tgagtgctag gtgttagggg tttcgatacc cttagtgccg aagttaacac attaagcact
901 ccgcctgggg agtacggccg caaggctgaa actcaaagga attgacgggg gcccgcacaa
961 gcagtggagc atgtggttta attcgacgca acgcgaagaa ccttaccagg tcttgacatc
1021 ctctgaacat ccgagagatc gggttttccc cttcggggga cagagtgaca ggtggtgcat
1081 ggttgtcgtc agctcgtgtc gtgagatgtt gggttaagtc ccgtaacgag cgcaacccct
1141 gatcttagtt gccagcattg agttgggcac tctaaggtga ctgccggtga caaaccggag
1201 gaaggcgggg atgacgtcaa atcatcatgc cccttatgac ctgggctaca cacgtgctac
1261 aatggatggt acaacgggca gcgaagccgc gaggcggagc caatcccaaa aagccattct
1321 cagttcggat tgcaggctgc aactcgcctg catgaagccg gaattgctag taatcgcgga
1381 tcagcatgcc gcggtgaata cgttcccggg ccttgtacac accgcccgtc acaccacgag
1441 agcttgtaac acccgaagtc ggtgcggcaa cccttngggg agccagccgc cgaaggggac
1501 ag

122. *Bacillus lonarensis*（洛纳尔芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-122。*Bacillus lonarensis* Reddy et al.，2014，sp. nov.（洛纳尔芽胞杆菌）。**★模式菌株：**25nlg = KCTC 33413 = LMG 27974 = CGMCC 1.12817。**★16S rRNA 基因序列号：**HG934297。**★种名释意：***lonarensis* 意为模式菌株分离自印度洛纳尔湖，故其中文名称为洛纳尔芽胞杆菌（lo.nar.en′sis.N.L. masc. adj. *lonarensis*，of or belonging to Lonar lake，India， from where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 25nlg^T 是从印度洛纳尔碱湖中分离得到的。★形态特征：细胞杆状［（0.1～0.2）μm ×（1～3）μm］、革兰氏染色阳性、兼性厌氧。芽胞椭圆形，次端生。碱性 NA 培养基上形成的菌落奶油色、边缘整齐，在碱性 NA 培养基上培养 24～48 h 菌株生长状况良好。★生理特性：生长的 pH 是 7.0～11.0；NaCl 不是生长必需的，最适生长 NaCl 浓度是 4%～6%；最高生长 NaCl 浓度为 22%。★生化特性：能还原硝酸盐。过氧化氢酶、氧化酶、脂肪酶和脲酶为阳性。能水解酪蛋白、七叶苷、DNA、明胶和淀粉，不能水解纤维素、马尿酸和吐温 20。不产吲哚和 H_2S，能利用柠檬酸盐，V-P 反应为阳性，甲基红反应为阴性。能利用下列化合物产酸：D-甘露糖、D-海藻糖和 D-纤维二糖。利用下列物质产酸也产气：D-果糖、D-木糖、D-葡萄糖和蔗糖。能利用下列物质：菊糖、鼠李糖、肌醇、D-阿拉伯糖、水杨苷、D-山梨醇、D-半乳糖、乳糖、D-麦芽糖、D-棉籽糖、蜜二糖和 D-甘露醇。能利用下列化合物为唯一碳源：甘露糖、D-木糖、D-海藻糖和 D-棉籽糖，硝酸盐和尿素是最适的氮源，含谷氨酸和天冬氨酸时菌株也能生长，以亚硝酸盐和氯化铵为唯一氮源时菌株不能生长。★化学特性：主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、$C_{12:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。极性脂类为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、一种未知的磷脂（PL2）、一种未知的氨磷脂（APL2）和三种未知脂类（L2-4）。★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 40.5 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 25nlg^T 与 *B. patagoniensis* PAT 05^T、*B. oshimensis* DSM 18940^T、*B. hunanensis* JSM 081003^T、*B. lehensis* DSM 19099^T、*B. xiaoxiensis* JSM 081004^T 的同源性分别为 96.6%、95.9%、95.8%、95.8%和 95.8%，与 *Bacillus* 其他菌株的同源性小于 95.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgcagtcgag cgcacagaag ggagcttgct cccggaagtg agcggcggac gggtgagtaa
61    cacgtgggca acctgccccc tagcctggga taacttcggg aaaccgaagc taataccgga
121   taacatattg acctacctag gtcgatatta aaagatggct tctgctatca ctaagggatg
181   ggcccgcggc gcattagcta gttggtgagg taacagctca ccaaggcgac gatgcgtagc
241   cgacctgaga gggtgatcgg ccacactggg actgagacac ggcccagact cctacgggag
301   gcagcagtag ggaatcttcc gcaatggacg aaagtctgac ggagcaacgc cgcgtgagtg
361   aggaaggcct tcgggtcgta aagctctgtt gtgagggaag aacaagtacc gtttgaataa
421   ggcggtaccg tgacggtacc tcaccagaaa gccacggcta actacgtgcc agcagccgcg
481   gtaatacgta ggtggcaagc gttgtccgga attattgggc gtaaagcgcg cgcaggcggc
541   ttcttaagtc tgatgtgaaa tcttgcggct caaccgcaag cggccattgg aaactgggaa
601   gcttgagtac agaagaggag agtggaattc cacgtgtagc ggtgaaatgc gtagatatgt
661   ggaggaacac cagtggcgaa ggcgactctc tggtctgtaa ctgacgctga ggcgcgaaag
721   cgtggggagc aaacaggatt agataccctg gtagtccacg ccgtaaacga tgagtgctag
781   gtgttagggg tttcgatgcc cttagtgccg aagtaaacac attaagcact ccgcctgggg
841   agtacgaccg caaggttgaa actcaaagga attgacgggg amccgcacaa gcagtggagc
901   atgtggttta attcgaagca acgcgaagaa ccttaccagg tcttgacatc ctttgaccac
961   cctagagata gggctttccc ttcggggaca aagtgacagg tggtgcatgg ttgtcgtcag
1021  ctcgtgtcgt gagatgttgg gttaagtccc gcaacgagcg caacccttga tcttagttgc
1081  cagcattcag ttgggcactc taaggtgact gccggtgaca aaccggagga aggtggggac
1141  gacgtcaaat catcatgccc cttatgacct gggctacaca cgtgctacaa tggatggtac
1201  aaagggaagc gaaaccgcga ggtggagcca atcccataaa gccattctca gttcggattg
```

```
1261  taggctgcaa  ctcgcctaca  tgaagccgga  attgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc
1321  ggtgaatacg  ttcccgggtc  ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  tttgtaacac
1381  ccgaagtcgg  tgagggaacc  ttttggaccc  agccgcctaa  ggtgggacag  atgattgggg
1441  tgaagtcgta  tcaacg
```

123. *Bacillus luciferensis*（路西法芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-123。*Bacillus luciferensis* Logan et al.，2002，sp. nov.（路西法芽胞杆菌）。**★模式菌株：**isolate SSI061 = Logan collection number B1761 = CIP 107105 = JCM 12212 = LMG 18422。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ419629。**★种名释意：***luciferensis* 模式菌株分离自南太平洋南三明治岛的路西法火山，故其中文名称为路西法芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *luciferensis*，pertaining to Lucifer Hill，a volcano on Candlemas Island，South Sandwich Islands，the soil of which yielded the organism）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 isolate SSI061^T 是从南太平洋南三明治岛的路西法火山的一座活火山口分离的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，可运动，兼性厌氧，杆状[（0.4～0.8）μm×（3～6）μm]，但 30℃培养 24 h 后变成革兰氏阴性。在添加 $MnSO_4$ 的 TSA 培养基上 30℃培养 24 h 菌株产生芽胞，培养 2～3 d 后菌体形成大量芽胞。芽胞为椭圆形，近端生或端生，胞囊略膨大。菌落湿润，凸起，边缘和表面不规则，奶油色边缘为白色，透明，表面光泽。**★生理特性：**菌株最低生长温度为 15～20℃，最高耐受温度为 35～40℃，最适生长温度为 30℃。菌株最低生长 pH 为 5.5～6.0，最高耐受 pH 为 8.0～8.5，最适生长 pH 为 7.0。氨苄西林，氯霉素，黏霉素硫酸盐，卡那霉素，萘啶酸，呋喃妥因，链霉素和四环素等抗生素敏感。**★生化特性：**过氧化氢酶为弱阳性。水解酪蛋白，但在脱脂奶粉培养基上生长能力弱。V-P 反应为阴性，能水解明胶，不能水解 O-硝基苯基和 β-D-半乳糖苷。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶、脲酶为阴性。不能利用柠檬酸盐，不能降解硝酸盐，不产 H_2S 和吲哚。能水解七叶苷。由下列物质产酸：苦杏仁苷、熊果苷、纤维二糖、D-果糖、β-异麦芽酮糖、D-葡萄糖、麦芽糖、D-松三糖、N-乙酰-O-葡萄糖胺、水杨苷、淀粉（弱）、蔗糖、D-海藻糖和 D-松二糖。不能由下列围坐在产酸：核糖醇、D-阿拉伯糖或 L-阿拉伯糖、D-阿糖醇或 L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藻糖醇、D-岩藻糖或 L-岩藻糖、半乳糖、葡萄糖酸盐、甘油、糖原、*meso*-肌醇、菊糖、2-酮基-D-葡萄糖酸盐、5-酮基-D-葡萄糖酸盐、乳糖、D-来苏糖、D-甘露糖、D-甘露醇、蜜二糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-木糖苷、D-棉籽糖、核糖、鼠李糖、山梨醇、L-山梨糖、D-己酮糖、木糖醇、D-木糖或 L-木糖。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$（25%和 50%），而 iso-$C_{14:0}$、$C_{14:0}$、$C_{16:1\omega7c}$、iso $C_{16:0}$、$C_{16:1\omega11c}$、$C_{16:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{14:0}$、$C_{20:1\omega9c}$ 含量较低，为 1.5%～4.5%。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 33 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与 *Bacillus halmapalus*、*Bacillus cohnii* 的同源性皆为 95%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggactaattg  gagcttgctc
61    caattagtta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  cctacctata  agactgggat
121   aacttcggga  aaccggagct  aataccggat  gacayaaagg  aactcctgtt  cctttrttga
181   aagatggctt  cggctatcac  ttatagatgg  gcccgcggcg  cattagctag  ttggtgaggt
```

241　aacggctcac　caaggcgacg　atgcgtagcc　gacctgagag　ggtgatcggc　cacactggga
301　ctgagacacg　gcccagactc　ctacgggagg　cagcagtagg　gaatcttccg　caatggacga
361　aagtctgacg　gagcaacgcc　gcgtgagcga　tgaaggcctt　cgggtcgtaa　agctctgttg
421　ttagggaaga　acaagtgcta　gttgaataag　ctggcacctt　gacggtacct　aaccagaaag
481　ccacggctaa　ctacgtgcca　gcagccgcgg　taatacgtag　gtggcaagcg　ttgtccggaa
541　ttattgggcg　taaagcgcgc　gcaggcggtt　tcttaagtct　gatgtgaaag　cccccggctc
601　aaccggggag　ggtcattgga　aactgggaaa　cttgagtgca　gaagaggaaa　gtggaattcc
661　aagtgtagcg　gtgaaatgcg　tagagatttg　gaggaacacc　agtggcgaag　gcgactttct
721　ggtctgtaac　tgacgctgag　gcgcgaaagc　gtggggagca　aacaggatta　gataccctgg
781　tagtccacgc　tgtaaacgat　gagtgctaag　tgttagaggg　tttccgccct　ttagtgctga
841　agttaacgca　ttaagcactc　cgcctgggga　gtacggtcgc　aagactgaaa　ctcaaaggaa
901　ttgacggggg　cccgcacaag　tggtggagca　tgtggtttaa　ttcgaagcaa　cgcgaagaac
961　cttaccaggt　cttgacatcc　tctgacaacc　ctagagatag　ggctttccct　tcggggacag
1021　agtgacaggt　ggtgcatggt　tgtcgtcagc　tcgtgtcgtg　agatgttggg　ttaagtcccg
1081　caacgagcgc　aacccttgat　cttagttgcc　agcattcagt　tgggcactct　aaggtgactg
1141　ccggtgacaa　accggaggaa　ggtggggatg　acgtcaaatc　atcatgcccc　ttatgacctg
1201　ggctacacac　gtgctacaat　ggatagtaca　aagggttgca　agaccgcgag　gtggagctaa
1261　tcccataaaa　ctattctcag　ttcggattgt　aggctgcaac　tcgcctacat　gaagccggaa
1321　tcactagtaa　tcgcggatca　gcatgccgcg　gtgaatacgt　tcccgggcct　tgtacacacc
1381　gcccgtcaca　ccacgagagt　ttgtaacacc　cgaagtcggt　ggggtaacct　tttaggggcc
1441　agccgcctaa　ggtgggacag　atgattgggg　tgaagtcgta　acaaggtagc　cgtatcggaa
1501　gg

124. *Bacillus luteolus*（浅橘色芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-124。*Bacillus luteolus* Shi et al.，2011，sp. nov.（浅橘色芽胞杆菌）。**★模式菌株：**YIM 93174 = CCTCC AA 208068 = DSM 22388 = KCTC 13210。**★16S rRNA 基因序列号：**GQ925365。**★种名释意：***luteolus* 为浅橘色之意，故其中文名称为浅橘色芽胞杆菌（L. masc. adj. *luteolus*，yellowish，pale tangerine-coloured）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 YIM 93174^{T} 分离自盐场。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格好氧，细杆状，产芽胞端生，以周生鞭毛运动。在 GTY 培养基上培养时菌落直径为 0.5～2 mm，圆形，浅橘色，表面凸起，不透明。**★生理特性：**菌株生长所需的 NaCl 浓度为 0～10%（w/v），生长温度为 15～45℃，生长 pH 为 6.0～8.0，其中最适 NaCl 浓度为 0～2%，最适生长温度为 37℃，最适生长 pH 为 7.0。菌株对阿里卡星、氨苄西林、环丙沙星、克林霉素、红霉素、庆大霉素、新生霉素、链霉素、妥布霉素、万古霉素、阿莫西林、氯霉素、硫酸乙基西梭霉素、诺氟沙星、青霉素、利福平、甲氧苄啶磺胺和四环素等抗生素敏感。**★生化特性：**菌株在厌氧和好氧条件下都不能将硝酸盐降解成亚硝酸盐。过氧化氢酶为阳性。氧化酶、甲基红和 V-P 反应为阴性。不产吲哚和 H_2S。水解糊精、吐温 20、吐温 40 和吐温 60，但不能水解酪蛋白、明胶、淀粉、吐温 80 和七叶苷。由下列物质产酸：5-酮基-葡萄酸钾（弱）、D-果糖、蔗糖、松二糖、D-木糖、甘油（弱）和糖原（弱）。但不能由下列物质产酸：L-阿拉伯糖、D-核糖、L-木糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、L-鼠李糖、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、纤维二糖、麦芽糖、蜜

二糖、海藻糖、松三糖或蜜三糖（API 50CHB）。API 20E 结果表明，精氨酸双水解酶和脲酶为阳性，ONPG 水解、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶为阴性。API ZYM 结果显示，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C14）、亮氨酸氨肽酶、α-葡萄糖苷酶为阳性，但半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-糜蛋白酶、酸性磷酸酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶、α-岩藻糖苷酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶为阴性。能利用 L-精氨酸、次黄嘌呤、柠檬酸钠、乳糖、L-鼠李糖、D-木糖、D-核糖和甘油为唯一碳源或氮源。★**化学特性：**细胞壁的肽聚糖为 A1γ 型。特征二氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰肌醇、磷脂酰肌醇甘露糖苷和两种未知的主要极性脂。主要脂肪酸为：iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.9 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与 *Bacillus humi*、*Bacillus alkalitelluris*、*Bacillus litoralis* 的同源性分别为 95.7%、94.9%、94.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gtggcctgcg  gcgtgctata  catgcaagtc  gagcggatct  ttggaagctt  gcttcctaag
61     aatagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctacc  tataagactg  ggataacttc
121    gggaaaccgg  agctaatacc  ggataatatt  aggaattaca  tgattcctta  ttgaaagatg
181    gcttcggcta  tcacttatag  atgggcccgc  ggcgcattag  ctagttggtg  aggtaacggc
241    tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact  gggactgaga
301    cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct
361    gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ccttcgggtc  gtaaaactct  gttgttaggg
421    aagaacaagt  atcgttcgaa  tagggcggta  ccttgacggt  acctaaccag  aaagccacgg
481    ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtaggtggca  agcgttgtcc  ggaattattg
541    ggcgtaaagc  gcgcgcaggt  ggtcctttaa  gtctgatgtg  aaagcccacg  gctcaaccgt
601    ggagggtcat  tggaaactgg  gggacttgag  tacagaagag  gaaagtggaa  ttccacgtgt
661    agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact  ttctggtctg
721    taactgacac  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcgaacagg  attagatacc  ctggtagtcc
781    acgccgtaaa  cgatgagtgc  taagtgttag  agggtttccg  ccctttagtg  ctgcagctaa
841    cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgg  tcgcaagact  gaaactcaaa  ggaattgacg
901    ggggcccgca  caagcggtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc
961    aggtcttgac  atccttatgc  ccgctctgga  gacagagttt  tcccttcggg  gacataagtg
1021   acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac
1081   gagcgcaacc  cttgatctta  gttgccagca  ttcagttggg  cactctaagg  tgactgccgg
1141   tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct
1201   acacacgtgc  tacaatggat  ggtacaaagg  gctgcaaaac  cgcgaggttg  agcgaatccc
1261   ataaaaccat  tctcagttcg  gattgcaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag  ctggaatcgc
1321   tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc  gggccttgta  cacaccgccc
1381   gtcacaccac  gagagtttgt  aacacccgaa  gtcggtgggg  taaccgtaag  gagccagccg
1441   cctaaggtgg  gacagatgat  tgggggaagt  cgaacaagag  ctccgc
```

125. *Bacillus luteus*（藤黄芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-125。*Bacillus luteus* Subhash et al.，2014，sp. nov.（藤黄芽胞杆菌）。

★模式菌株：JC167 = KCTC 33100 = LMG 27257。**★16S rRNA 基因序列号：**HE996968。**★种名释意：***luteus* 为藤黄色之意，故其中文名称为藤黄芽胞杆菌（L. masc. adj. *luteus*，orange-coloured）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JC167^T 从印度泰米尔纳德邦 Mandpam 采集的土壤样品中分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏染色阳性，不运动，杆状[（0.9～1.0）μm×（1.0～3.0）μm]。芽胞圆柱形至卵圆形［（0.5～0.6）μm×（0.9～2.0）μm］，端生，胞囊膨大。菌落不透明，橙黄色，圆形，边缘不规则，纹理易碎且突起，生长 5 d 的直径为 1.0～2.0 mm。**★生理特性：**嗜中温，嗜碱，耐盐。NaCl 非生长所必需，可耐受 6%（w/v）NaCl。全细胞在 360 nm、450 nm 和 450 nm 处有吸收峰，具有 β-胡萝卜素和 5 种未知的类胡萝卜素。生长 pH 为 6.8～9.8，最适 pH 为 8～9。对氯霉素、庆大霉素、卡那霉素、萘啶酮酸和链霉素敏感，但抗青霉素 G 和四环素。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解淀粉、明胶和吐温 80，不能水解酪蛋白和几丁质。不产吲哚和 H_2S。不能将硝酸盐降解成亚硝酸盐。ONPG 水解、脲酶和反硝化作用为阴性。能利用下列物质作为唯一碳源：L-鼠李糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、纤维二糖、D-甘露醇、乳糖、D-甘露糖、D-山梨醇、蔗糖、丙酮酸、L-天冬氨酸和柠檬酸。但不能利用下列物质作为唯一碳源：L-岩藻糖、D-山梨醇和 L-谷氨酸。由 D-葡萄糖和蔗糖产酸，但不能由 D-半乳糖、L-阿拉伯糖、D-山梨醇、D-果糖、纤维二糖或 D-甘露糖产酸。铵盐是很好的氮源，维生素是生长非必需的。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{14:0}$ 和 $C_{16:0}$，微量脂肪酸为 iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ B/iso-$C_{17:0}$ I 和 $C_{16:1\omega11c}$。主要极性脂为磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸、L-丙氨酸、D-丙氨酸和 D-谷氨酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.4 mol%±1 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与 *Bacillus saliphilus* 6AG^T 的同源性为 97.6%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与上述菌株的关联度为 25.8%±1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ggcggaaccc  ttcgggggga  agccggtgga  atgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg
61     gcaacctgcc  tttcagactg  ggataacccc  gggaaaccgg  ggctaatacc  ggatgaccag
121    ccggttcgca  tgaaccggct  gtaaaagagg  ggagttttct  cctctcactg  aaagatgggc
181    ccgcggcgca  ttagctagtt  ggtaaggtag  tggcttacca  aggcgacgat  gcgtagccga
241    cctgagaggg  tgatcggcca  cactggaact  gagacacggt  ccagactcct  acgggaggca
301    gcagtaggga  atcatccgca  atgggcgaaa  gcctgacggt  gcaacgccgc  gtgaacgacg
361    aaggttttcg  gatcgtaaag  ttctgttgtg  agggaagaac  acgtgccggt  cgaacaggcc
421    ggcaccttga  cggtacctca  cgagaaagcc  ccggctaact  acgtgccagc  agccgcggta
481    atacgtaggg  ggcaagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggtcgt
541    gtaagtctga  tgtgaaagcc  cacggctcaa  ccgtggaggg  tcattggaaa  ctgcaggact
601    tgagtgtagg  agaggaaagt  ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gatatgtgga
661    ggaacaccag  tggcgaaggc  gactttctgg  cctacaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt
721    ggggagcaaa  caggattaga  taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaggtg
781    ttaggggttt  cgatgccctt  agtgccgaag  ttaacacatt  aagcactccg  cctggggagt
841    acggccgcaa  ggctgaaact  caaaggaatt  gacgggggcc  cgcacaagca  gtggagcatg
901    tggtttaatt  cgacgcaacg  cgaagaacct  taccaggtct  tgacatccgt  tgaccgctct
961    ggagacagag  ttttcccctt  cgggggacaa  cgtgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc
```

1021　tcgtgtcgtg　agatgttggg　ttaagtcccg　caacgagcgc　aacccttgac　cttagttgcc
1081　agcattcagt　tgggcactct　aaggtgactg　ccggtgacaa　accggaggaa　ggtggggacg
1141　acgtcaaatc　atcatgcccc　ttatgacctg　ggctacacac　gtgctacaat　ggatggtaca
1201　aagggtggcg　aagccgcgag　gtggagcgaa　tcccagaaag　ccattctcag　ttcggattgc
1261　aggctgcaac　tcgcctgcat　gaagccggaa　ttgctagtaa　tcgcggatca　gcatgccgcg
1321　gtgaatacgt　tcccgggcct　tgtacacacc　gcccgtcaca　ccacgagagt　ttgtaacacc
1381　cgaagtcggt　gaggtaacct　ttatgg

126. *Bacillus macyae*（马氏芽孢杆菌）

【种类编号】1-1-126。*Bacillus macyae* Santini et al.，2004，sp. nov.（马氏芽孢杆菌）。**★模式菌株：**JMM-4 = DSM 16346 = JCM 12340。**★16S rRNA 基因序列号：**AY032601。**★种名释意：***macyae* 意为 Macy，旨在纪念澳大利亚环境微生物学家 Joan M. Macy，故其中文名称为马氏芽孢杆菌（N.L. gen. fem. n. *macyae*，of Macy，named after the professor Joan M. Macy，Chair of Microbiology，La Trobe University，in tribute to her research in the area of environment microbiology）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JMM-4^T 是从澳大利亚的维多利亚州本迪戈的金矿上分离到的一株严格厌氧的砷酸盐代谢菌。**★形态特征：**菌株为革兰氏阳性、杆状［(2.5～3.0) μm × 0.6 μm］，形成芽孢、近端生、椭圆形。胞囊不膨大。菌落形态为圆形，白色。**★生理特性：**菌株适宜生长温度为 28～37℃，pH 为 7.0～8.4，NaCl 浓度为 0.12%～3.0%。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阳性，氧化酶反应为阴性。菌株严格厌氧，以砷酸盐和硝酸盐为终端电子受体，降解砷酸盐为亚砷酸盐，降解硝酸盐为亚硝酸盐。在无氧呼吸时，以乙酸、乳酸、丙酮酸、琥珀酸、苹果酸、谷氨酸和氢（和乙酸一起作为碳源）为电子供体。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与 *B. arseniciselenatis*、*B. pseudofirmus*、*B. pseudalcaliphilus*、*B. alcalophilus*、*B. selenitireducens* 的同源性分别为 97.3%、95.1%、94.4%、93.9%、92.3%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与 *B. arseniciselenatis* 的关联度为 30.4%。16S rRNA 基因序列如下。

1　ggctcaggac　gaacgctggc　ggcgtgccta　atacatgcaa　gtcgagcgga　tagttgagag
61　cttgctctca　attattagcg　gcggacgggt　gagtaacacg　tgggcaacct　gccctgtaga
121　ctgggataac　ctcgggaaac　cgaagctaat　accggataat　ctttggaact　gcatagttct
181　aaagtaaaag　ttgggtttac　ctaacactac　aggatgggcc　cgcggcgcat　tagctagttg
241　gtagggtaac　ggcctaccaa　ggcgacgatg　cgtagccgac　ctgagagggt　gatcggccac
301　actgggactg　agacacggcc　cagactccta　cgggaggcag　cagtagggaa　tcttccgcaa
361　tggacgaaag　tctgacggag　caacgccgcg　tgaacgatga　aggccttcgg　gtcgtaaagt
421　tctgttgtta　gggaagaaca　agtaccgttc　aaatagggcg　gtaccttgac　ggtacctaac
481　gagaaagcca　cggctaacta　cgtgccagca　gccgcggtaa　tacgtaggtg　gcaagcgttg
541　tccggaatta　ttgggcgtaa　agcgcgcgca　ggcggtttct　taagtctgat　gtgaaagccc
601　ccggctcaac　cggggagggt　cattggaaac　tgggagactt　gagtgcagaa　gaggagagtg
661　gaattccatg　tgtagcggtg　aaatgcgtag　atatatggag　gaacaccagt　ggcgaaggcg
721　actctctggt　ctgtaactga　cgctgaggcg　cgaaagcgtg　gggagcaaac　aggattagat
781　accctggtag　tccacgccgt　aaacgatgag　tgctaggtgt　taggggtttc　gatgccctta

841	gtgccgaagt	taacacatta	agcactccgc	ctggggagta	cgaccgcaag	gttgaaactc
901	aaaggaattg	acgggggccc	gcacaagcag	tggagcatgt	ggtttaattc	gaagcaacgc
961	gaagaacctt	accaggtctt	gacatcctta	tgacatccct	agagataggg	ctttcccttc
1021	ggggacataa	gtgacaggtg	gtgcatggtt	gtcgtcagct	cgtgtcgtga	gatgttgggt
1081	taagtcccgc	aacgagcgca	acccttgatc	ttagttgcca	gcattcagtt	gggcactcta
1141	aggtgactgc	cggtgataaa	ccggaggaag	gtggggatga	cgtcaaatca	tcatgcccct
1201	tatgacctgg	gctacacacg	tgctacaatg	gatggtacaa	agggcagcaa	aaccgcgagg
1261	ttgagccaat	cccataaagc	cattctcagt	tcggattgta	ggctgcaact	cgcctacatg
1321	aagccggaat	tgctagtaat	cgcggatcag	catgccgcgg	tgaatacgtt	cccgggcctt
1381	gtacacaccg	cccgtcacac	cacgagagtt	tgtaacaccc	gaagtcggtg	gggtaacctt
1441	ttaggagcca	gccgcctaag	gtgggacaga	tgattggggt	gaagtcgtaa	caaggtagcc
1501	gtatcggaag	gt				

127. *Bacillus manliponensis*（万里浦芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-127。*Bacillus manliponensis* Jung et al.，2011，sp. nov.（万里浦芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BL4-6 = KCTC 13319 = JCM 15802。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ416490。**★种名释意：***manliponensis* 意为模式菌株分离自韩国万里浦，故其中文名称为万里浦芽胞杆菌（man.li.po.nen'sis. N.L. masc. adj. *manliponensis*，pertaining to the Malipo，Republic of Korea，geographical origin of the type strain of the species）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BL4-6^T 是从韩国泰安麻栗坡黄海沿岸被石油污染的滩涂底泥中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（1.5～2.0）μm×（6.0～7.8）μm］，单生或成对生长，革兰氏阳性，兼性厌氧，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，端生，胞囊不膨大。TSA 培养基上形成的菌落直径为 2.0～3.2 mm、圆形、凸起、透明至半透明、灰白色、有光泽、光滑或不规则。**★生理特性：**生长的温度和 pH 分别是 15～40℃和 5.0～9.0；最适的生长温度和 pH 分别为 30℃和 7.0。NaCl 浓度为 7%时菌株不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能还原硝酸盐。能水解明胶、DNA、吐温 40 和吐温 60，不能水解酪蛋白、淀粉、吐温 20 和吐温 80。不产 3-羟基丁酮、吲哚、H_2S 和氮气。脲酶、β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶为阴性。不能利用柠檬酸盐。能利用下列物质：核糖、葡萄糖、N-乙酰基-葡萄糖胺、七叶苷和麦芽糖。不能利用下列物质：果糖、甘露糖、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、蔗糖、海藻糖、淀粉、糖原、松二糖及其他糖类。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:1\omega7c}$/iso-$C_{15:0}$ 2OH 和/或 iso-$C_{15:0}$ 2OH/$C_{16:1\omega7c}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 BL4-6^T 与 *B. mycoides*、*B. cereus*、*B. anthracis*、*B. thuringiensis*、*B. weihenstephanensis* 和 *B. pseudomycoides* 的同源性分别为 98.5%、98.5%、98.4%、98.4%、98.1%和 97.5%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 BL4-6^T 与 *B. cereus* 菌株的关联度为 22.8%～42.3%。16S rRNA 基因序列如下。

1	ttcttaagag	cttgctctta	agaaattagc	ggcggacggg	tgagtaacac	gtgggtaacc
61	tgcccataag	actgggataa	ctccgggaaa	ccggggctaa	taccggatag	cattttgaac
121	cgcatggttc	gaaattgaaa	ggcggcttcg	gctgtcactt	atggatggac	ccgcgtcgca

181 ttagctagtt ggtgaggtaa cggctcacca aggcgacgat gcgtagccga cctgagaggg
241 tgatcggcca cactgggact gagacacggc ccagactcct acgggaggca gcagtaggga
301 atcttccgca atggacgaaa gtctgacgga gcaacgccgc gtgaacgatg aaggccttcg
361 ggtcgtaaag ttctgttgtt agggaagaac aagtacaagt tgaataagct tgtaccttga
421 cggtacctaa ccagaaagcc acggctaact acgtgccagc agccgcggta atacgtaggt
481 ggcaagcgtt atccggaatt attgggcgta aagcgcgcgc aggtggtttc ttaagtctga
541 tgtgaaagcc cacggctcaa ccgtggaggg tcattggaaa ctgggaaact tgagtgcaga
601 agaggaaagt ggaattccat gtgtagcggt gaaatgcgta gagatatgga ggaacaccag
661 tggcgaaggc gactttctgg tctgtaactg acactgaggc gcgaaagcgt ggggagcaaa
721 caggattaga taccctggta gtccacgccg taaacgatga gtgctaagtg ttagggggtt
781 tccgcccctt agtgctgaag ttaacgcatt aagcactccg cctggggagt acggccgcaa
841 ggctgaaact caaaggaatt gacgggggcc cgcacaagcg gtggagcatg tggtttaatt
901 cgaagcaacg cgaagaacct taccaggtct tgacatcctc tgacaaccct agagataggg
961 ctttcccttc ggggacagag tgacaggtgg tgcatggttg tcgtcagctc gtgtcgtgag
1021 atgttgggtt aagtcccgca acgagcgcaa cccttgatct tagttgccat cattaagttg
1081 ggcactctaa ggtgactgcc ggtgacaaac cggaggaagg tggggatgac gtcaaatcat
1141 catgcccctt atgacctggg ctacacacgt gctacaatgg acggtacaaa gagctgcaag
1201 accgcgaggt ggagctaatc tcataaaacc gttctcagtt cggattgtag gctgcaactc
1261 gcctacatga agctggaatc gctagtaatc gcagatcagc atgctgcggt gaatacgttc
1321 ccgggccttg tacacaccgc ccgtcacacc acgagagttt gtaacacccg aagtcggtgg
1381 ggtaaccttt ggagccagcc

128. *Bacillus mannanilyticus*（解甘露聚糖芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-128。*Bacillus mannanilyticus* Nogi et al.，2005，sp. nov.（解甘露聚糖芽胞杆菌）。**★模式菌株：**AM-001 = DSM 16130 = JCM 10596。**★16S rRNA 基因序列号：**AB043864。**★种名释意：***mannanilyticus* 中 *mannanum* 为甘露聚糖之意，*lutikos* 为溶解之意，故其中文名称为解甘露聚糖芽胞杆菌（N.L. neut. n. *mannanum*，mannan；Gr. adj. *lutikos*，able to dissolve；N.L. masc. adj. *mannanilyticus*，mannan-dissolving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 AM-001^T 于 1987 年由 Akino 等首次报道，但具体来源不详。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.8）μm ×（3.0～6.0）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，端生，胞囊膨大。菌落圆形，黄色。**★生理特性：**菌株的适宜生长温度为 20～45℃，最适生长温度为 37℃。菌株适宜生长的 pH 为 8.0～10.0，最适生长 pH 为 9.0。NaCl 浓度为 3%时，菌株能生长，但 NaCl 浓度为 5%时，菌株不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。水解吐温 40、吐温 60、可溶性淀粉、明胶、酪蛋白和甘露聚糖。不产吲哚和 H_2S。不能降解硝酸盐。由下列物质产酸但不产气：D-果糖、葡萄糖、D-麦芽糖、甘露糖、D-半乳糖、D-木糖、D-甘露醇、山梨醇、D-海藻糖、棉籽糖、蔗糖、D-乳糖、甘油、菊糖、淀粉。**★化学特性：**菌株的主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 $C_{16:0}$ 和 $C_{16:1}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.4 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1 aattcggctt agagtttgat cctggctcag gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg
61 caagtcgagc gagtgacgta agcagaagcc ttcgggtgga agcttattga tctagcggcg

121　gacgggtgag　taacacgtag　gcaacctgcc　tgtaagactg　ggataactcc　gggaaaccgg
181　agctaatacc　ggatgacatt　ttagaccgca　tggtctggaa　ttgaaagatg　gcgcaagcta
241　tcacttacag　atgggcctgc　ggcgcattag　ctagttggtg　gggtaatggc　tcaccaaggc
301　gacgatgcgt　agccgacctg　agagggtgat　cggccacact　gggactgaga　cacggcccag
361　actcctacgg　gaggcagcag　tagggaatct　tcggcaatgg　acgaaagtct　gaccgagcaa
421　cgccgcgtga　gtgatgaagg　ttttcggatc　gtaaaactct　gttgttagag　aagaacaagt
481　accgtttgaa　taaggcggta　ccttgacggt　acctaacgag　aaagccccgg　ctaactacgt
541　gccagcagcc　gcggtaatac　gtagggggca　agcgttgtcc　ggaattattg　ggcgtaaagc
601　gcgcgcaggc　ggtttcttaa　gtctgatgtg　aaagcccacg　gctcaaccgt　ggagggtcat
661　tggaaactgg　gaaacttgag　tgtaggagag　gaaagtggaa　ttccacgtgt　agcggtgaaa
721　tgcgtagaga　tgtggaggaa　caccagtggc　gaaggcgact　ttctggccta　taactgacgc
781　tgaggcgcga　aagcgtgggg　agcaaacagg　attagatacc　ctggtagtcc　acgccgtaaa
841　cgatgagtgc　taggtgttag　gggtttcgat　gcccttagtg　ccgacgttaa　cacattaagc
901　actccgcctg　gggagtacgg　ccgcaaggct　gaaactcaaa　ggaattgacg　gggacccgca
961　caagcagtgg　agcatgtggt　ttaattcgaa　gcaacgcgaa　gaaccttacc　aggacttgac
1021　atcctttgac　cactctagag　atagagcttt　ccccttcggg　ggacaaagtg　acaggtggtg
1081　catggttgtc　gtcagctcgt　gtcgtgagat　gttgggttaa　gtcccgcaac　gagcgcaacc
1141　cttaatctta　gttgccagca　ttcagttggg　cactctaagg　tgactgccgg　tgacaaaccg
1201　gaggaaggtg　gggatgacgt　caaatcatca　tgccccttat　gtcctgggct　acacacgtgc
1261　tacaatggac　ggtacaaagg　gcagcgaagc　cgcgaggtgg　agccaatccc　ataaagccgt
1321　tctcagttcg　gattgcaggc　tgcaactcgc　ctgcatgaag　ccggaattgc　tagtaatcgc
1381　ggatcagcat　gccgcggtga　atacgttccc　gggtcttgta　cacaccgccc　gtcacaccac
1441　gagagtttgt　aacacccgaa　gtcggtgggg　taaccgcaag　gagccagccg　cctaaggtgg
1501　gacagatgat　tggggtgaag　tcgtaacaag　gtaaccaagc　cgaattc

129. *Bacillus marisflavi*（黄海芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-129。*Bacillus marisflavi* Yoon et al.，2003，sp. nov.（黄海芽胞杆菌）。**★模式菌株：**TF-11 = JCM 11544 = KCCM 41588。**★16S rRNA 基因序列号：**AF483624。**★种名释意：***marisflavi* 中 *maris* 为海之意，*flavus* 为黄色之意，故其中文名称为黄海芽胞杆菌（L. gen. n. *maris*，of the sea；L. adj. *flavus*，yellow；N.L. gen. masc. n. *marisflavi*，of the Yellow Sea）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 TF-11^T 是从韩国黄海滩涂的海水中分离的。**★形态特征：**菌株具有革兰氏阳性，培养后期革兰氏染色会发生变化。菌株通过一个极性鞭毛运动，好氧，形成芽胞。芽胞为椭圆形，中生或近端生，胞囊膨大。菌落光滑，圆形略微不规则，略微凸起，淡黄色，在 MA 培养基中 30℃培养 3 d 后，菌落直径为 2～4 mm。**★生理特性：**菌株的适宜生长温度为 10～47℃，低于 4℃或高于 48℃菌株不生长，最适生长温度为 30～37℃。菌株在 pH 为 4.5 时可以生长，但低于 4.0 时则不生长，最适生长 pH 为 6.0～8.0。菌株生长需要的 NaCl 浓度为 0～16%，最适浓度为 2%～5%。MA 培养基厌氧培养，菌株不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶和脲酶为阴性。降解七叶苷和酪蛋白，不能降解次黄嘌呤、淀粉、吐温 80、酪氨酸和黄嘌呤。由下列物质产酸：纤维二糖、果糖、葡萄糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、蜜二糖、D-核糖、水苏糖、蔗糖、

D-海藻糖和 D-木糖，由 D-半乳糖和 D-棉籽糖产酸活性弱。能由下列物质产酸：核糖醇、L-阿拉伯糖、乳糖、D-松三糖、肌醇、L-鼠李糖、D-山梨醇。在 API 50CHB 体系中，由七叶苷、熊果苷、异麦芽酮糖、甘油、甲基-α-D-甘露糖苷和水杨苷产酸。但不能由下列物质产酸：N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、D-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、半乳糖、赤藓糖醇、D-海藻糖、L-海藻糖、葡萄糖酸、糖原、菊糖、2-酮基-葡萄糖酸、5-酮基-葡萄糖酸、D-来苏糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、甲基-β-D-木糖、山梨糖、淀粉、D-己酮糖、D-松二糖、木糖醇和 L-木糖。**★化学特性：**细胞壁的肽聚糖由 *meso*-二氨基庚二酸组成。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 49 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与亲缘关系最近的种的同源性低于 96.0%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与最近种的关联度为 7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc ggatcgatgg gagcttgctc
61    cctgagatca gcggcggacg ggtgagtaac acgtgggtaa cctgcctgta agactgggat
121   aactccggga aaccggggct aataccggat aacacctacc cccgcatggg ggaaggttga
181   aaggtggctt cggctatcac ttacagatgg acccgcggcg cattagctag ttggtgaggt
241   aatggctcac caaggcgacg atgcgtagcc gacctgagag ggtgatcggc cacactggga
301   ctgagacacg gcccagactc ctacgggagg cagcagtagg gaatcttccg caatggacga
361   aagtctgacg gagcaacgcc gcgtgagtga agaaggtttt cggatcgtaa aactctgttg
421   ttagggaaga acaagtgccg ttcgaatagg gcggcgcctt gacggtacct aaccagaaag
481   ccacggctaa ctacgtgcca gcagccgcgg taatacgtag gtggcaagcg ttgtccggaa
541   ttattgggcg taaagcgcgc gcaggtggtt tcttaagtct gatgtgaaag cccacggctc
601   aaccgtggag ggtcattgga aactggggaa cttgagtgca gaagaggaaa gtggaattcc
661   aagtgtagcg gtgaaatgcg tagatatttg gaggaacacc agtggcgaag gcgactttct
721   ggtctgtaac tgacactgag gcgcgaaagc gtggggagca aacaggatta gataccctgg
781   tagtccacgc cgtaaacgat gagtgctaag tgttagaggg tttccgccct ttagtgctgc
841   agctaacgca ttaagcactc cgcctgggga gtacggtcgc aagactgaaa ctcaaaggaa
901   ttgacggggg cccgcacaag cggtggagca tgtggtttaa ttcgaagcaa cgcgaagaac
961   cttaccaggt cttgacatcc tctgacaacc ctagagatag ggctttcccc ttcgggggac
1021  agagtgacag gtggtgcatg gttgtcgtca gctcgtgtcg tgagatgttg ggttaagtcc
1081  cgcaacgagc gcaacccttg atcttagttg ccagcattca gttgggcact ctaagatgac
1141  tgccggtgac aaaccggagg aaggtgggga tgacgtcaaa tcatcatgcc ccttatgacc
1201  tgggctacac acgtgctaca atggacggta caaagggctg caagaccgcg aggtttagcc
1261  aatcccataa aaccgttctc agttcggatt gtaggctgca actcgcctac atgaagctgg
1321  aatcgctagt aatcgcggat cagcatgccg cggtgaatac gttcccgggc cttgtacaca
1381  ccgcccgtca caccacgaga gtttgtaaca cccgaagtcg gtgaggtaac cttttggagc
1441  cagccgccta aggtgggaca gatgattggg gtgaagtcgt aacaaggtag ccgtatcgga
1501  aggtgc
```

130. *Bacillus marmarensis*（马尔马拉芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-130。*Bacillus marmarensis* Denizci et al.，2010，sp. nov.（马尔马拉芽胞杆菌）。**★模式菌株：**GMBE 72 = DSM 21297 = JCM 15719。**★16S rRNA 基因序列号：**EU621902。**★种名释意：***marmarensis* 意为模式菌株分离自土耳其马尔马拉，故其

中文名称为马尔马拉芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *marmarensis*，of or pertaining to the region of Marmara，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 GMBE 72^{T} 分离自土耳其马尔马拉亚洛瓦的食用菌栽培料。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，好氧，杆状［（0.8～1.1）μm×（2.0～2.5）μm］。芽胞椭圆形，近端生或端生。菌落为圆形，凸起，奶油黄色。**★生理特性：**菌株适宜生长的 pH 为 8～12.5，温度为 10～45℃，当 pH 为 7.0～7.5 时菌株不生长，在 NaCl 浓度为 12%时菌株生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解酪蛋白、明胶和吐温 80，但不能水解尿素、淀粉和吐温 20、吐温 40、吐温 60。不能将硝酸盐还原成亚硝酸盐，不能利用 Simmons 柠檬酸盐。菌株为异养型，能利用 D-阿拉伯糖和 L-阿拉伯糖、核糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、水杨苷、麦芽糖、纤维二糖、海藻糖、蔗糖、糖原、木糖醇、异麦芽酮糖、松二糖、D-阿糖醇、2-酮基葡萄糖酸，不能利用甘油、赤藓糖醇、D-木糖或 L-木糖、核糖醇、甲基-β-D-木糖苷、半乳糖、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、乳糖、蜜二糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-海藻糖或 L-海藻糖、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐和 5-酮基-葡萄糖酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.2 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与 *Bacillus pseudofirmus* DSM 8715^{T} 亲缘关系最近，同源性低于 98.2%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与最近种的关联度为 56%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     aaaaccggtc cgactatctg cagtcgagcg gactgatggg agcttgctcc ctgatgttag
61    cggcggacgg gtgagtaaca cgtgggcaac ctgcctgtaa gactgggata actccgggaa
121   accggggcta ataccggata acccgttcca cctcatggtg gagcggtaaa agatggcctc
181   tggctatcac ttacagatgg gcccgcggcg cattagctag ttggtaaggt aacggcttac
241   caaggcgacg atgcgtagcc gacctgagag ggtgatcggc cacactggga ctgagacacg
301   gcccagactc cgacgggagg cagcagtagg gaatcttccg aaatagacga aagtctgacg
361   gagcaacgcc gcgtgagtga tgaaggtttt cggatcgtaa agctctgttg ttagggaaga
421   acaagtgccg tttgaataag gcggcacctt gacggtacct aaccagaaag ccacggctaa
481   ctacgtgcca gcagccgcgg taatacgtag gtggcaagct gttgtccgga attattgggc
541   gtaaagcgcg cgcaggcggt ctcttaagtc tgatgtgaaa gcccacggct caagccgtgg
601   agggtcattg gaaactggga gacttgagta cagaagagga gagtggaatt ccacgtgtag
661   cggtgaaatg cgtagatatg tggaggaaca ccacgtggcg aaggcgactc tctggtctgt
721   aactgacgct gaggcgcgaa agcgtgggga gcaaacagga ttagataccc tggtagtcca
781   cgccgtaaac gatgagtgct aggtgttagg ggtttcgatg cccttagtgc cgaagttaac
841   acattaagca ctccgccgga ggagtacgac cgcaaggttg aaactcaaaa gaattgacgg
901   gagcccgcac aagcagtgga gcatgtggtt taattcgaag caacgcgaag aaccttacca
961   ggtcttgaca tcctttgacc accctagaga tagggctttc cccttcgggg gacaaagtga
1021  caggtggtgc atggttgtcg tcagctcgtg tcgtgagatg ttgggttaag tcccgcaacg
1081  agcgcaaccc ttgatcttag ttgccagcat tcagttgggc actctaaggt gactgccggt
1141  gacaaaccgg aggaaggtgg ggatgacgtc aaatcatcat gccccttatg acctgggcta
1201  cacacgtgct acaatggatg gtacaaaggg ctgcaaaacc gcgaggttga gcgaatccca
1261  taaagccatt ctcaggtcgg attgtaggct gcaactcgcn tacagaagc
```

131. *Bacillus massilioalgeriensis*（马西利阿尔及利亚芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-131。*Bacillus massilioalgeriensis* Bendjama et al.，2014，sp. nov.（马西利阿尔及利亚芽胞杆菌）。**★模式菌株：**EB01 = CSUR P857 = DSM 27334。**★16S rRNA 基因序列号：**HG315679。**★种名释意：***massilioalgeriensis* 中 *massilio* 为马西利之意，菌株被测序的地方，*algeriensis* 意为阿尔及利亚之意，菌株被分离的地方，故其中文名称为马西利阿尔及利亚芽胞杆菌（ma.sil.io.al.ge.ri.en′sis. L. gen. masc. n. *massilioalgeriensis*，combination of Algeria，where strain EB01 was isolated and Massilia，the Latin name of Marseille，where the strain was sequenced）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $EB01^T$ 是从阿尔及利亚东北的超高盐度盐湖 Ezzemoul sabkha 沉积物中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（2.4～4.9）μm ×（0.7～1.1）μm］、兼性厌氧、可运动、形成芽胞。含 5%绵羊血 Columbia 琼脂培养基上 37℃培养 24 h 后形成的菌落直径约 2 mm、光滑、浅黄色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30～55℃、6.5～9 和 0～2.5%；最适的生长温度和 pH 分别是 37℃和 7。微量氧环境下菌株能生长，但在厌氧条件下菌株生长弱。菌株对下列抗生素敏感：阿莫西林、呋喃妥因、红霉素、多西环素、利福平、万古霉素、庆大霉素、亚胺培南、复方磺胺甲噁唑、环丙沙星、头孢曲松钠和阿莫西林/克拉维酸，但耐萘啶酸。**★生化特性：**API 50CH 测试结果表明，能利用 D-核糖、D-葡萄糖、D-果糖、甲基 α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、D-麦芽糖、D-乳糖、D-蜜二糖、D-蔗糖、D-海藻糖和 D-己酮糖，淀粉水解活性弱。API ZYM 测试结果表明，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡糖苷酶和 N-乙酰氨基葡萄糖苷酶为阳性，酸性磷酸酶为弱阳性。能还原硝酸盐，β-半乳糖苷酶为阳性，脲酶为阴性，不产吲哚。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.22 mol%。采用全基因组分类，比对的芽胞杆菌基因组为：新种 *B. massilioalgeriensis* strain $EB01^T$（5.26Mb）与 *B. kribbensis* strain DSM 17871、*B. nealsonii* strain AAU1、*B. bataviensis* strain LMG 21833、*B. subtilis* subsp. *subtilis* strain 168、*B. vallismortis* strain DV1-F-3、*B. thuringiensis* strain BMB171、*B. weihenstephanensis* strain KBAB4，全基因组大小分别为 5.05 Mb、4.98 Mb、4.22 Mb、3.88 Mb。ANI 计算结果在 64.54%～91.06%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    ggggttttaa  aagcttgctt  ttaaaacttt  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtgggca
121   acctgcctgt  aagactggga  taacaccggg  aaaccggtgc  taataccgga  taatcctttc
181   tgacacatgt  cgggaagctg  aaagacggtt  tcggctgtca  cttacagatg  ggcccgcggc
241   gcattagcta  gttggtgagg  taatggctca  ccaaggcaac  gatgcgtagc  cgacctgaga
301   gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag
361   ggaatcttcc  gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagcg  aagaaggcct
421   tcgggtcgta  aagctctgtt  gtcagggaag  aacaagtacc  ggagtaactg  ccggtacctt
481   gacggtacct  gaccagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag
541   gtggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggtc  ctttaagtct
601   gatgtgaaag  cccacggctc  aaccgtggag  ggtcattgga  aactggggga  cttgagtgca
```

```
661   gaagaggaga  gcggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc
721   agtggcgaag  gcggctctct  ggtctgtaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc  gtggggagca
781   aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctaag  tgttaggggg
841   tttccgcccc  ttagtgctgc  agcaaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggccgc
901   aaggctgaaa  ctcaaaggaa  ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca  tgtggtttaa
961   ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  tctgacaact  ctggagacag
1021  agcgttcccc  ttcgggggac  agagtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1081  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  tccttagttg  ccagcattta
1141  gttgggcact  ctagggagac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa
1201  tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac  acgtgctaca  atggatggta  caaagggcag
1261  cgaagccgcg  aggtgaagcc  aatcccataa  aaccattctc  agttcggatt  gcaggctgca
1321  actcgcctgc  atgaagccgg  aatcgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac
1381  gttcccgggc  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgtaaca  cccgaagtcg
1441  gtggggtaac  cttttggagc  cagccgccta  aggtgggaca  gatgattggg  gtgaagtcgt
1501  aacaaggtag  ccgt
```

132. *Bacillus massilioanorexius*（厌食芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-132。*Bacillus massilioanorexius* Mishra et al.，2013，sp. nov.（厌食芽胞杆菌）。**★模式菌株：**AP8 = CSUR P201 = DSM 26092。**★16S rRNA 基因序列号：**JX101689 。**★种名释意：***massilioanorexius* 意为模式菌株分离自法国马赛地区有神经性厌食症女性的粪便中，故其中文名称为厌食芽胞杆菌（ma.si.li.o.a.no.rex′i.us. L. masc. adj. *massilioanorexius*，combination of Massilia，the Latin name of Marseille，France，where the type strain was isolated，and anorexia，the disease presented by the patient from whom the strain was cultivated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $AP8^T$ 分离自法国马赛地区有神经性厌食症女性的粪便菌群中。**★形态特征：**革兰氏阳性、杆状、不形成芽胞、可运动，在含血 BHI 培养基上，在低氧或缺氧条件下弱生长，菌落灰色粗糙，直径 3 mm。**★生理特性：**生长温度为 25～45℃（最适 37℃）。菌体对下列抗生素敏感：阿莫西林、利福平、环丙沙星、庆大霉素、壮观霉素、万古霉素，但耐甲氧苄啶/磺胺甲唑和甲硝唑。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶反应阳性，可利用 D-葡萄糖、D-果糖、D-蔗糖、D-海藻糖、核糖、甘露醇、甘露糖。色氨酸脱氨酶、3-羟基丁酮和明胶产生反应为阳性。L-鼠李糖，七叶苷，水杨苷，D-纤维二糖和异麦芽酮糖反应弱。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 34.10 mol%。采用全基因组分类，比对的芽胞杆菌基因组为：*B. massilioanorexius*（4.6 Mb）、*B. amyloliquefaciens*（3.9 Mb）、*B. timonensis*（4.6 Mb）、*B. massiliosenegalensis*（4.9 Mb）、*B. mycoides*（5.5 Mb）、*B. thuringiensis*（5.6 Mb）。ANI 计算结果在 66.09%～83.69%，确认该种为新种。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tagagtttga  tcctggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61    cgaacggagg  agagcttgct  ctccgaagtt  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtgggca
121   acctgcctat  aagactggga  taactccggg  aaaccggggc  taataccgga  tagttctttt
181   ctccwcatgg  agaaaagggg  aaagatggtt  tcggctatca  cttatagatg  ggcccgcggc
```

```
241   gcattagcta  gttggtaggg  taacggccta  ccaaggcgac  gatgcgtagc  cgacctgaga
301   gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag
361   ggaatcttcc  gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgaacg  atgaaggtct
421   tcggatcgta  aagttctgtt  gttagggaag  aacaagtacg  agagtaactg  ctcgtacctt
481   gacggtacct  aaccagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag
541   gtggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggtggtt  ccttaagtct
601   gatgtgaaag  cccacggctc  aaccgtggaa  ggtcattgga  aactggggaa  cttgagtgca
661   gaagaggaaa  gtggaattcc  aagtgtagcg  gtgaaatgcg  tagatatttg  gaggaacacc
721   agtggcgaag  gcgactttct  ggtctgtaac  tgacactgag  gcgcgaaagc  gtggggagca
781   aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctaag  tgttagaggg
841   tttccgccct  ttagtgctgc  agctaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggtcgc
901   aagactgaaa  ctcaaaggaa  ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca  tgtggtttaa
961   ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  tctgccactc  ctagagatag
1021  gacgttcccc  ttcgggggac  agagtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1081  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcattca
1141  gttgggcact  ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa
1201  tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac  acgtgctaca  atggatggta  caaagggcag
1261  cgaaaccgcg  aggtttagcc  aatcccataa  agccattctc  agttcggatt  gtaggctgca
1321  actcgcctac  atgaagccgg  aatcgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac
1381  gttcccgggc  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgtaaca  cccgaagtcg
1441  gtggggtaac  cgcaaggagc  cagccgccta  aggtgggaca  gatgattggg  gtgaagtcgt
1501  aacaaggtag  ccgt
```

133. *Bacillus massiliogorillae*（大猩猩芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-133。*Bacillus massiliogorillae* Keita et al.，2013，sp. nov.（大猩猩芽胞杆菌）。**★模式菌株：**G2 = CSUR P206 = DSM 26159。**★16S rRNA 基因序列号：**JX650055。**★种名释意：***massiliogorillae* 意为模式菌株分离自马赛大猩猩粪便菌群，故中文名称为大猩猩芽胞杆菌（ma.sil.io.go.ril'ae. L. gen. masc. n. *massiliogorillae*，combination of Massilia，the Latin name of Marseille，where strain G2 was isolated，and of Gorilla，the Latin name of the gorilla，from which the stool sample was obtained）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $G2^T$ 分离自马赛大猩猩粪便菌群。**★形态特征：**菌株好氧，革兰氏阳性或可变，杆状、形成芽胞、可运动，菌体［1.0（0.8～1.2）μm × 5.4（3.2～7.5）μm］。在低氧或缺氧条件下不生长，在含血 BHI 培养基上，菌落灰色不透明，直径 2～5 mm。**★生理特性：**生长温度为 25～45℃（最适 37℃）。对下列抗生素敏感：阿莫西林、呋喃妥因、红霉素、多西环素、利福平、万古霉素、庆大霉素和亚胺培南。对下列抗生素有抗性：甲氧苄啶-磺胺甲基异噁唑、环丙沙星、头孢曲松、阿莫西林-克拉维酸。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。不产吲哚。API 50CH 结果表明，能利用 D-葡萄糖、D-果糖、D-核糖、N-乙酰葡聚糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、D-乳糖、D-海藻糖、D-蔗糖和淀粉。API ZYM 结果显示，酯酶（C4）、酯酶（C8）、酸性磷酸酶、α-葡糖苷酶和 N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶为阳性。API 20NE 结果显示，不能还原硝酸盐，不产吲哚，但脲酶为阳性。**★分子特性：**DNA

的 G+C 含量为 34.95 mol%。采用全基因组分类，比对的芽胞杆菌基因组为：新种 *B. massiliogorillae*（5.43 Mb）与 *B. psychrosaccharolyticus*（4.59 Mb）、*B. megaterium*（5.1 Mb）、*B. thuringiensis*（6.26 Mb）。ANI 计算结果在 68.46%～70.15%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61     gaatggatgg  gagcttgctc  cctgaagtta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa
121    cctgcctata  agactgggat  aacttcggga  aaccggagct  aataccggat  agttcttttc
181    ctctcatgag  gaaaagggga  aagatggttt  cggctatcac  ttatagatgg  gcccgcggcg
241    cattagctag  ttggtaaggt  aacggcttac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag
301    ggtgatcggc  cacactggga  ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg
361    gaatcttccg  caatggacga  aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgaacga  agaaggcctt
421    cgggtcgtaa  agttctgttg  ttagggaaga  acaagtacta  gagtaactgc  tagtaccttg
481    acggtaccta  accagaaagc  cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg
541    tggcaagcgt  tgtccggatt  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggtggttt  cttaagtctg
601    atgtgaaagc  ccacggctca  accgtggaag  gtcattggaa  actggggaac  ttgagtgcag
661    aagaggaaag  tggaattcca  agtgtagcgg  tgaaatgcgt  agatatttgg  aggaacacca
721    gtggcgaagg  cgactttctg  gtctgtaact  gacactgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa
781    acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagagggt
841    ttccgccctt  tagtgctgca  gctaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggtcgca
901    agactgaaac  tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat
961    tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatcct  ctgacactcc  tagagatagg
1021   acgttcccct  tcgggggaca  gagtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt
1081   gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccttga  tcttagttgc  cagcattcag
1141   ttgggcactc  taaggtgact  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat
1201   catcatgccc  cttatgacct  gggctacaca  cgtgctacaa  tggatggtac  aaagggcagc
1261   gaaaccgcga  ggtttagcca  atcccataaa  gccattctca  gttcggattg  taggctgcaa
1321   ctcgcctaca  tgaagccgga  atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg
1381   ttcccgggcc  ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  tttgtaacac  ccgaagtcgg
1441   tggggtaacc  gcaaggagcc  agccgcctaa  ggtgggacag  atgattgggg  tgaagtcgta
1501   acaaggt
```

134. *Bacillus massiliosenegalensis*（马西利塞内加尔芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-134。*Bacillus massiliosenegalensis* Ramasamy et al.，2013，sp. nov.（马西利塞内加尔芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JC6 = CSUR P151 = DSM 25957。**16S rRNA 基因序列号：**JF824800。**★种名释意：***massiliosenegalensis* 意为模式菌株分别在马赛和塞内加尔培养和保藏，故其中文名称为马西利塞内加尔芽胞杆菌（mas.si.li.o.se.ne.gal.en′sis. L. gen. masc. n. *massiliosenegalensis*，contraction of the Latin names of Marseille and Senegal，where strain JC6 was cultivated and collected，respectively）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JC6^{T} 分离自一个健康塞内加尔患者的粪便菌群。**★形态特征：**菌株好氧，革兰氏阳性，杆状、形成芽胞、依靠周生鞭毛运动，菌体长 3.076 μm、宽 0.65 μm。在低氧或缺氧条件下可微弱生长，在含血 BHI 培养基上，菌落半透明，直径 2 mm。对以下抗生素敏感：阿莫西林、头孢曲松、亚胺培南、甲氧苄啶/

磺胺甲恶唑、庆大霉素、环丙沙星、利福平和万古霉素，但耐甲硝唑和红霉素。**★生理特性：**生长温度为 25～45℃（最适 37℃）。**★生化特性：**不产吲哚。过氧化氢酶为阳性。API 50CH 结果表明，能利用七叶苷、D-纤维二糖、D-葡萄糖、D-麦芽糖、N-乙酰基-葡萄糖胺和 D-海藻糖。API ZYM 结果表明，α-葡糖苷酶为阳性，碱性磷酸酶、酯酶、缬氨酸芳基酰胺酶和胰蛋白酶为弱阳性。API 20E 结果显示，能还原硝酸盐，脲酶为阴性。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.60 mol%。采用全基因组分类，比对的芽胞杆菌基因组：*B. massiliosenegalensis*（4.98 Mb）、*B. cereus*（4.89 Mb）、*B. licheniformis*（4.22 Mb）、*B. subtilis*（4.21 Mb）、*B. timonensis*（4.63 Mb）、*B. thuringiensis*（5.33 Mb）。ANI 计算结果在 66.27%～92.71%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tagagttttg atcctggctc aggacgaacg ctggcggcgt gcctaataca tgcaagtcga
61    gcggatctga gggagcttgc tcccaaagat tagcggcgga cgggtgagta acacgtgggc
121   aacctgccta taagactggg ataacttcgg gaaaccggag ctaataccgg ataatgcttt
181   tggacacatg tccggaagct gaaagatggc ttctcgctat cacttataga tgggcccgcg
241   gcgcattagc tagttggtga ggtaacggct caccaaggca acgatgcgta gccgacctga
301   gagggtgatc ggccacactg ggactgagac acggcccaga ctcctacggg aggcagcagt
361   agggaatctt ccgcaatgga cgaaagtctg acggagcaac gccgcgtgag tgatgaaggt
421   tttcggatcg taaaactctg ttgttaggga agaacaagta ccggagtaac tgccggtacc
481   ttgacggtac ctaaccagaa agccacggct aactacgtgc cagcagccgc ggtaatacgt
541   aggtggcaag cgttgtccgg aattattggg cgtaaagcgc gcgcaggcgg ttctttaagt
601   ctgatgtgaa agcccccggc tcaaccgggg agggtcattg gaaactgggg aacttgagtg
661   cagaagagaa gagcggaatt ccacgtgtag cggtgaaatg cgtagagatg tggaggaaca
721   ccagtggcga aggcggctct ttggtctgta actgacgctg aggcgcgaaa gcgtggggag
781   caaacaggat tagataccct ggtagtccac gccgtaaacg atgagtgcta agtgttagag
841   ggtttccgcc ctttagtgct gcagcaaacg cattaagcac tccgcctggg gagtacggcc
901   gcaaggctga aactcaaagg aattgacggg ggcccgcaca agcggtggag catgtggttt
961   aattcgaagc aacgcgaaga accttaccag gtcttgacat ccttatgcca tccctagaga
1021  tagggctttc ccttcgggga cataagtgac aggtggtgca tggttgtcgt cagctcgtgt
1081  cgtgagatgt tgggttaagt cccgcaacga gcgcaaccct tgatcttagt tgccagcatt
1141  gagttgggca ctctaaggtg actgccggtg acaaaccgga ggaaggtggg gatgacgtca
1201  aatcatcatg ccccttatga cctgggctac acacgtgcta caatggatgg tacaaagggc
1261  agcgaagccg cgaggtgaag cgaatcccat aaaaccattc tcagttcgga ttgtaggctg
1321  caactcgcct acatgaagcc ggaatcgcta gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat
1381  acgttcccgg gccttgtaca caccgcccgt cacaccacga gagtttgtaa cacccgaagt
1441  cggtggggta accgtaagga gccagccgcc taagg
```

135. *Bacillus megaterium*（巨大芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-135。*Bacillus megaterium* de Bary，1884，sp. nov.（巨大芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ATCC 14581 = CCM 2007 = BCRC（formerly CCRC）10608 = CCUG 1817= CIP 66.20 = DSM 32= HAMBI 2018= IAM 13418 = IFO（now NBRC）15308 = JCM 2506 = KCTC 3007 = LMG 7127 = NCCB 75016 = NCIMB 9376 = NCTC 10342 = NRIC 1710 = NRRL B-14308 = VKM B-512。**★16S rRNA 基因序列号：**D16273。**★种名释意：***megaterium*

中 *megas* 为巨大之意，*teras -atis* 为野兽之意，故其中文名称为巨大芽胞杆菌（Gr. adj. *megas*，large；Gr. n. *teras -atis*，monster，beast；N.L. n. *megaterium*，big beast）。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株来源不详，但该种广泛分布于土壤、粪便、食品和临床样品等。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，好氧，杆状［（1.2～1.5）μm×（2.0～5.0）μm］，单独、成对或链状排列。芽胞椭圆形，中生、旁生或次端生，胞囊不膨大。菌落光滑，圆形或不规则，边缘整齐或不规则。**★生理特性：**最低生长温度为 3～15℃，最高 35～45℃，30℃左右最适。可在 7% NaCl 中生长，但在 10% NaCl 中不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，可水解酪蛋白、明胶和淀粉。苯丙氨酸脱氨酶为阳性，酪氨酸降解是可变的。柠檬酸可作为唯一碳源波利用。大多数菌株硝酸盐不还原成亚硝酸盐。在葡萄糖和其他碳水化合物中产酸但不产气。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（58.99%）和 iso-$C_{15:0}$（23.51%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.0 mol%～38.1 mol%，模式菌株的 G+C 含量为 37.2 mol%（T_m）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gatgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gaactgatta  gaagcttgct
61     tctatgacgt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctgcctg  taagactggg
121    ataacttcgg  gaaaccgagg  ctaataccgg  ataggatctt  ctccttcatg  ggagatgatt
181    gaaagatggt  ttcggctatc  acttacagat  gggcccgcgg  tgcattagct  agttggtgag
241    gtaacggctc  accaaggcaa  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg
301    gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac
361    gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagt  gatgaaggct  ttcgggtcgt  aaaactctgt
421    tgttagggaa  gaacaagtac  aagagtaact  gcttgtacct  tgacggtacc  taaccagaaa
481    gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  ggtggcaagc  gttatccgga
541    attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  ttcttaagtc  tgatgtgaaa  gcccacggct
601    caaccgtgga  gggtcattgg  aaactgggga  acttgagtgc  agaagagaaa  agcggaattc
661    cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcggctttt
721    tggtctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg
781    gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctaa  gtgttagagg  gtttccgccc  tttagtgctg
841    cagctaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggtcg  caagactgaa  actcaaagga
901    attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa
961    ccttaccagg  tcttgacatc  ctctgacaac  tctagagata  gagcgttccc  cttcggggga
1021   cagagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc
1081   ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcattt  agttgggcac  tctaaggtga
1141   ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac
1201   ctgggctaca  cacgtgctac  aatggatggt  acaaagggct  gcaagaccgc  gaggtcaagc
1261   caatcccata  aaaccattct  cagttcggat  tgtaggctgc  aactcgccta  catgaagctg
1321   gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg  ccttgtacac
1381   accgcccgtc  acaccacgag  agtttgtaac  acccgaagtc  ggtggagtaa  ccgtaaggac
1441   gtagccgcct  aaggtgggac  agatgattgg  ggtgaagtcg  taacaa
```

136. *Bacillus mesonae*（仙草芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-136。*Bacillus mesonae* Liu et al.，2014，sp. nov.（仙草芽胞杆菌）。**★模式菌株：**FJAT-13985 = DSM 25968 = CGMCC1.12238。**16S rRNA 基因序列号：**

JX262263。**★种名释意：** *mesonae* 意为模式菌株分离自仙草植物根部，故其中文名称为仙草芽胞杆菌（N.L. gen. n. *mesonae*，of *Mesona*，because it isolated from the root of *Mesona chinensis*）。

【种类描述】★菌株来源： 菌株 FJAT-13985^T 分离自仙草根部。**★形态特征：** 中度耐盐、革兰氏阳性、短杆状、形成芽胞。**★生理特性：** 生长温度为 20～45℃（最适 30℃），pH 5.7～9.0（最适 pH 7.0），NaCl 浓度 0～2%（w/v）（最适 1%）。**★生化特性：** 过氧化氢酶阳性，氧化酶阴性。硝酸盐不能还原为亚硝酸盐或 N_2。不能利用柠檬酸。不产吲哚和 H_2S。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶和色氨酸脱氨酶为阴性。V-P 反应为阴性。能水解酪蛋白、ONPG 和七叶苷，不能水解明胶、淀粉和糖原。能利用纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖和苦杏仁苷（弱），不能利用甘露糖、DL-阿拉伯糖、甘油、赤藓糖醇、核糖醇、甲基-β-D-木糖苷、半乳糖、葡萄糖、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、熊果苷、水杨苷、菊糖、松三糖、木糖醇、苦杏仁苷、D-松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、DL-岩藻糖、DL-阿糖醇、葡萄糖酸、2-酮基-D-葡萄糖酸和 5-酮基-D-葡萄糖酸。**★化学特性：** 主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（23.3%）和 iso-$C_{15:0}$（40.8%）。主要呼吸醌为 MK-7（97.4%）。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：** DNA 的 G+C 含量为 41.64 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌与 *Bacillus drentensis* DSM 15600^T、*Bacillus vireti* DSM 15602^T、*Bacillus novalis* DSM 15603^T 的同源性分别为 98.4%、98.2%、98.3%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与亲缘关系最近种 *B. drentensis* DSM 15600^T 的关联度为 36.63%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gtcgagcgaa  cttgcgggag  cttgctccca  aaagttagcg  gcggacgggt  gagtaacacg
61    tgggcaacct  gcctgtaaga  ctgggataac  ttcgggaaac  cggagctaat  accggataat
121   tcttatcaac  acatgttggt  aagctgaaag  tcggtttcgg  ctgacactta  cagatgggcc
181   cgcggcgcat  tagctagttg  gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcaacgatg  cgtagccgac
241   ctgagagggt  gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag
301   cagtagggaa  tcttccacaa  tggacgaaag  tctgatggag  caacgccgcg  tgagcgatga
361   aggccttcgg  gtcgtaaagc  tctgttgtta  gggaagaaca  agtatcggag  gtaactgccc
421   ggtaccttga  cggtacctaa  ccagaaagcc  acggctaact  acgtgccagc  agccgcggta
481   atacgtaggt  ggcaagcgtt  gtccgggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggtcc
541   tttaagtctg  atgtgaaagc  ccacggctca  accgtggagg  gtcattggaa  actgggggac
601   ttgagtgcag  aagaggaaag  cggaattcca  cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg
661   aggaacacca  gtggcgaagg  cggctttctg  gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg
721   tggggagcaa  acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt
781   gttagagggt  ttccgccctt  tagtgctgca  gctaacgcat  taagcactcc  gcctggggag
841   tacggccgca  aggctgaaac  tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat
901   gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatcct  ctgacactcc
961   tagagatagg  actttcccct  tcgggggaca  gagtgacagg  tggtgcatgg  gttgtcgtca
1021  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg
1081  ccagcattca  gttgggcact  ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga
1141  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac  acgtgctaca  atggatggta
1201  caaagggctg  caaaaccgca  aggtctagcc  aatcccataa  aaccattctc  agttcggatt
```

```
1261    gcaggctgca  actcgcctgc  atgaagccgg  aatcgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg
1321    cggtgaatac  gttcccgggc  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgtaaca
1381    cccgaagtcg  gtggggtaac  cgtaaggagc  cagccgccta  aggtgggaca  gatgat
```

137. *Bacillus mesophilum*（嗜常温芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-137。*Bacillus mesophilum* Manickam et al.，2014，sp. nov.（嗜常温芽胞杆菌）。**★模式菌株：**IITR-54 = MTCC 11060 = JCM 19208。**★16S rRNA 基因序列号：**JN210567。**★种名释意：***mesophilum* 中 *meso* 为中间（指温度）之意，*philum* 为喜好之意，故其中文名称为嗜常温芽胞杆菌（me.so'phi.lum. Gr. adj. *mesos*，middle；Gr. adj. *Philos*，loving；N.L. neut. adj. *mesophilum* middle（temperature）-loving，mesophilic）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 IITR-54^T 是从印度南方科钦地区 Eloor 工业现场土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.3～0.6）μm ×（0.8～2.4）μm］、革兰氏阳性菌、可运动。形成芽胞、次端生、胞囊膨大。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 为 15～42℃、7.0～11.0 和 0～2%；最适生长温度和 pH 为 37℃和 8.0。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不产 H_2S 和吲哚。能水解明胶和淀粉，不能水解酪蛋白和尿素。甲基红和 V-P 反应为阴性。硝酸盐还原为亚硝酸盐。利用下列化合物产酸：阿拉伯糖、乳糖、水杨苷、蜜二糖、纤维二糖、麦芽糖、海藻糖、蔗糖、葡萄糖和果糖。不能利用下列化合物产酸：木糖、肌醇、山梨醇、菊糖、半乳糖醇、核糖醇和鼠李糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要极性脂质为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 59.3 mol%。菌株 IITR-54^T 与 *B. oceanisediminis*、*B. infantis*、*B. firmus*、*B. drentensis*、*B. circulans*、*B. soli*、*B. horneckiae*、*B. pocheonensis* 和 *B. bataviensis* 的 16S rRNA 的同源性分别为 97.9%、97.7%、97.4%、97.3%、97.2%、97.1%、97.1%、97.1%和 97.1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       agtttgatcc  tggctcagga  cgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcgg
61      atggatggga  gcttgctccc  tgaagtcagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggcaacc
121     tgcctgtaag  actgggataa  cttcgggaaa  ccggagctaa  taccggataa  tgcttttgga
181     ctcatgtcct  taagctgaaa  gatggtttcg  gctatcactt  acagatgggc  ccgcggcgca
241     ttagctagtt  ggtgaggtaa  cggctcacca  aggcaacgat  gcgtagccga  cctgagaggg
301     tgatcggcca  cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga
361     atcttccgca  atggacgaaa  gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgagtgatg  aaggttttcg
421     gatcgtaaaa  ctctgttgtt  agggaagaac  aagtaccgga  gtaactgccg  gtaccttgac
481     ggtacctaac  cagaaagcca  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtaggtg
541     gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggtcctt  taagtctgat
601     gtgaaagccc  acggctcaac  cgtggagggt  cattggaaac  tgggggactt  gagtgcagaa
661     gaggagagtg  gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  agatgtggag  gaacaccagt
721     ggcgaaggcg  actctctggt  ctgtaactga  cgctgaggcg  cgaaagcgtg  gggagcgaac
781     aggattagat  accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgag  tgctaagtgt  tagagggttt
841     ccgcccttta  gtgctgcagc  aaacgcatta  agcactccgc  ctggggagta  cggccgcaag
901     gctgaaactc  aaaggaattg  acgggggccc  gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc
```

```
961   gaagcaacgc gaagaacctt accaggtctt gacatcctct gacactccta gagataggac
1021  gttccccttc gggggacaga gtgacaggtg gtgcatggtt gtcgtcagct cgtgtcgtga
1081  gatgttgggt taagtcccgc aacgagcgca acccttgatc ttagttgcca gcattcagtt
1141  gggcactcta aggtgactgc cggtgacaaa ccggaggaag gtggggatga cgtcaaatca
1201  tcatgcccct tatgacctgg gctacacacg tgctacaatg gatggtacaa agggctgcaa
1261  gaccgcgagg tttagccaat cccataaaac cattctcagt tcggattgca ggctgcaact
1321  cgcctgcatg aagccggaat cgctagtaat cgcggatcag catgccgcgg tgaatacgtt
1381  cccgggcctt gtacacaccg cccgtcacac cacgagagtt tgtaacaccc gaagtcggtg
1441  gggtaacc
```

138. *Bacillus methanolicus*（甲醇芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-138。*Bacillus methanolicus* Arfman et al.，1992，sp. nov.（甲醇芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PB1 = ATCC 51375 = LMG 16799 = NCIMB 13113。**★16S rRNA 基因序列号：**AB112727。**★种名释意：***methanolicus* 为甲醇之意，故其中文名称为甲醇芽胞杆菌（N.L. n. *methanol*，methanol; L. masc. suff. -*icus*，adjectival suffix used with the sense of belonging to；N.L. masc. adj. *methanolicus*，relating to methanol）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PB1^T 是从火山温泉和废水处理系统有氧（高温）的土壤样品中分离出来的。**★形态特征：**细胞杆状、革兰氏阳性、严格好氧、不运动、形成芽胞、椭圆形、次端生到中生、胞囊膨大。**★生理特性：**生长温度是 35～60℃，最适生长温度为 55℃。**★生化特性：**菌株能够发酵利用麦芽糖、甘露醇、核糖、棉籽糖和山梨醇；不能发酵利用果糖、甘油、糖原、菊糖、乳糖、水杨苷、淀粉、海藻糖和蔗糖；不能水解酪蛋白和淀粉。**★化学特性：**细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48 mol%～50 mol%。16S rRNA 序列比对结果表明菌株 *B. methanolicus* C1 与 *B. azotoformans*、*B. firmus*、*B. lentus*、*B. coagulans*、*B. megaterium*、*B. subtilis*、*B. cereus*、*B. globisporus*、*B. stearothermophilus*、*B. aneurinolyticus*、*B. laterosporus*、*B. brevis*、*B. polymyxa*、*B. cycloheptanicus* 及 *E. coli* 的同源性分别为 96.1%、95.9%、95.5%、95.1%、95.1%、94.9%、93.7%、92.5%、93.3%、91.1%、90.1%、90.1%、88.9%、85.9%及 78.3%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc ggactgatgg gagcttgctn
61    cctgaagtca gcggcggacg ggtgagtaac acgtgggcaa cctgcctgca agaccgggat
121   aacttcggga aaccggagct aataccggat aatcctcttt cccgcatggg aaagagctga
181   aagatggctt cggctatcac ttgcagatgg gcccgcggcg cattagctgg ttggtgaggt
241   aacggctcac caaggcgacg atgcgtagcc gacctgagag ggtgatcggc cacactggga
301   ctgagacacg gcccagactc ctacgggagg cagcagtagg gaatcttccg caatggacga
361   aagtctgacg gagcaacgcc gcgtgagcga agaaggcctt cgggtcgtaa agctctgttg
421   tcagggaaga acaagtaccg ttcgaatagg gcggtgcctt gacggtacct gaccagaaag
481   ccacggctaa ctacgtgcca gcagccgcgg taatacgtag gtggcaagcg ttgtccggaa
541   ttattgggcg taaagcgcgc gcaggcggtt ccttaagtct gatgtgaaag cccacggctc
601   aaccgtggag ggtcattgga aactggggaa cttgagtgca gaagaggaga gcggaattcc
661   acgtgtagcg gtgaaatgcg tagagatgtg gaggaacacc agtggcgaag gcggctctct
```

721	ggtctgtaac	tgacgctgag	gcgcgaaagc	gtggggagca	aacaggatta	gataccctgg
781	tagtccacgc	cgtaaacgat	gagtgctaag	tgttagaggg	tttccgccct	ttagtgctgc
841	agctaacgca	ttaagcactc	cgcctgggga	gtacggccgc	aaggctgaaa	ctcaaaggaa
901	ttgacggggg	cccgcacaag	cggtggagca	tgtggtttaa	ttcgaagcaa	cgcgaagaac
961	cttaccaggt	cttgacatcc	tctgacaatc	ctggagacag	gacgttcccc	ttcgggggac
1021	agagtgacag	gtggtgcatg	gttgtcgtca	gctcgtgtcg	tgagatgttg	ggttaagtcc
1081	cgcaacgagc	gcaacccttg	accttagttg	ccagcattca	gttgggcact	ctaaggtgac
1141	tgccggtgac	aaaccggagg	aaggtgggga	tgacgtcaaa	tcatcatgcc	ccttatgacc
1201	tgggctacac	acgtgctaca	atggatggta	caaagggctg	ctaagccgcg	aggcctgagc
1261	caatcccaaa	aaaccattct	cagttcggat	tgcaggctgc	aactcgcctg	catgaagccg
1321	gaatcgctag	taatcgcgga	tcagcatgcc	gcggtgaata	cgttcccggg	ccttgtacac
1381	accgcccgtc	acaccacgag	agtttgtaac	acccgaagtc	ggtgaggtaa	cctttaagga
1441	gccagccgcc	taaggtggga	cagatgattg	gggtgaagtc	gtaacaaggt	agccgtatcg
1501	gaagg					

139. *Bacillus methylotrophicus*（甲基营养芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-139。*Bacillus methylotrophicus* Madhaiyan et al.，2010，sp. nov.（甲基营养芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CBMB205= KACC 13105 = NCCB 100236。**★16S rRNA 基因序列号：**EU194897。**★种名释意：***methylotrophicus* 中 *methyl* 为甲基之意，*trophicus* 为供养之意，故其中文名称为甲基营养芽胞杆菌[N.L. suff. *methyl*，pertaining to the methyl radical；N.L. adj. *trophicus*（from Gr. masc. adj. *trophikos*），nursing，tending or feeding；N.L. masc. adj. *methylotrophicus*，feeding on methyl radical，methyl radical-consuming]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CBMB205^{T} 是从田间传统种植水稻的根际土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.63～0.64）μm ×（1.8～2.7）μm］、革兰氏阳性、形成芽胞、严格好氧、单生或双生、可运动。菌落为奶油白、凸起、半透明、边缘规则、生长缓慢，AMS 培养基 28℃培养 96 h 后菌落直径为 0.2～0.8 mm。**★生理特性：**在 NA、LB、R2A、TSA、KB、2% MH、Colby 和 zathman 培养基上菌株都能生长。当 NaCl 浓度大于 4.0%时菌株不生长。菌株的生长温度为 20～45℃，最适生长温度为 28℃。菌株生长的 pH 为 2.0～10.0，最适生长 pH 为 7.0。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶、果胶酶和蛋白酶为阳性。纤维素酶、精氨酸双水解酶、脲酶、β-半乳糖苷酶为阴性。硝酸盐还原为亚硝酸盐。能水解明胶、甘油、三丁酸和七叶苷。不能利用葡萄糖。不产吲哚。菌株能利用甲醇、三甲胺和乙醇为唯一碳源。能利用硫酸铵、硝酸钾、硝酸钠、氯化铵、L-丙氨酸、L-谷氨酰胺、L-色氨酸、甘氨酸、三甲胺、1-氨基环丙烷-1-羧酸、氰酸钾、硫氰酸钾作为唯一氮源，不能利用尿素、甲胺、谷氨酸盐、二苯胺、L-天冬氨酸作为唯一碳源。在 Biolog 测试中不能利用任何物质作为唯一碳源和能源物质。在 API 20NE 测试中，D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-甘露糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、麦芽糖、葡萄糖酸钾、乙二酸、苹果酸和柠檬酸三钠能作为碳源和氮源。不能利用癸酸和苯乙酸。在 API 32GN 测试中，菌株能利用 N-乙酰葡萄糖胺、D-核糖、肌糖、蔗糖、麦芽糖、乳酸、丙氨酸、糖原、D-甘露醇、D-葡萄糖、水杨苷、蜜二糖、L-鼠李糖、D-山梨醇、L-阿拉伯糖、柠檬酸三钠、L-组氨酸、L-脯氨酸作为碳源。不能利用衣康酸、辛二酸、丙二酸

钠、乙酸钠、5-酮基-葡萄糖酸钾、3-甲基-苯甲酸、L-丝氨酸、L-海藻糖、丙酸、癸酸、戊酸、2-酮基-葡萄糖酸钾、3-羟基丁酸、对羟基苯甲酸。在 API ZYM 测试中，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶和 α-葡糖苷酶的活性为阳性，但酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、酸性磷酸酯酶、缬氨酸芳基酰胺酶、脯氨酸芳基酰胺酶、α-糜蛋白酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。**★化学特性：**细胞壁中含有特征二氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要极性脂为二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油，还有少量的卵磷脂和两种未知的磷脂质。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸类型为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45 mol%。菌株 CBMB205^T 与 *B. vallismortis*、*B. licheniformis*、*B. subtilis*、*B. mojavensis*、*B. atrophaeus* 和 *B. amyloliquefaciens* 的 16S rRNA 的序列同源性为 98.2%～99.2%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 CBMB205^T 与 *B. amyloliquefaciens*、*B.vallismortis*、*B. subtilis* subsp. *subtilis*、*B. subtilis* subsp. *spizizenii*、*B. atrophaeus*、*B. licheniformis* 和 *B. mojavensis* 的关联度分别为 36.0%、32%、31%、30%、28%、25%和 19%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gggnggcnng  ctataatgca  agtcgagcgg  acagatggga  gcttgctccc  tgatgttagc
61     ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggtaacc  tgcctgtaag  actgggataa  ctccgggaaa
121    ccggggctaa  taccggatgg  ttgtttgaac  cgcatggttc  agacataaaa  ggtggcttcg
181    gctaccactt  acagatggac  ccgcggcgca  ttagctagtt  ggtgaggtaa  cggctcacca
241    aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca  cactgggact  gagacacggc
301    ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca  atggacgaaa  gtctgacgga
361    gcaacgccgc  gtgagtgatg  aaggttttcg  gatcgtaaag  ctctgttgtt  agggaagaac
421    aagtgccgtt  caaatagggc  ggcaccttga  cggtacctaa  ccagaaagcc  acggctaact
481    acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggt  ggcaagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta
541    aagggctcgc  aggcggtttc  ttaagtctga  tgtgaaagcc  cccggctcaa  cccggggagg
601    gtcattggaa  actggggaac  ttgagtgcag  aagaggagag  tggaattcca  cgtgtagcgg
661    tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cgactctctg  gtctgtaact
721    gacgctgagg  agcgaaagcg  tggggagcga  acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc
781    gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagggggt  ttccgcccct  tagtgctgca  gctaacgcat
841    taagcactcc  gcctggggag  tacggtcgca  agactgaaac  tcaaaggaat  tgacgggggc
901    ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc
961    ttgacatcct  ctgacaatcc  tagagatagg  acgtcccctt  cgggggcaga  gtgacaggtg
1021   gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca
1081   acccttgatc  ttagttgcca  gcattcagtt  gggcactcta  aggtgactgc  cggtgacaaa
1141   ccggaggaag  gtggggatga  cgtcaaatca  tcatgcccct  tatgacctgg  gctacacacg
1201   tgctacaatg  gacagaacaa  agggcagcga  aaccgcgagg  ttaagccaat  cccacaaatc
1261   tgttctcagt  tcggatcgca  gtctgcaact  cgactgcgtg  aagctggaat  cgctagtaat
1321   cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt  cccgggcctt  gtacacaccg  cccgtcacac
1381   cacgagagtt  tgtaacaccc  gaagtcggtg  aggtaacctt  ttaggagcca  gccgccgaag
1441   gtgac
```

140. *Bacillus mojavensis*（莫哈维沙漠芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-140。*Bacillus mojavensis* Roberts et al.，1994，sp. nov.（莫哈维沙漠

芽胞杆菌）。**★模式菌株：**RO-H-1 = ATCC 51516 = CIP 104095 = DSM 9205 = IFO（now NBRC）15718 = LMG 17797 = NRRL B-14698。**★16S rRNA 基因序列号：**AB021191。**★种名释意：***mojavensis* 为莫哈维沙漠之意，故其中文名称为莫哈维沙漠芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *mojavensis*，pertaining to the Mojave Desert）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 RO-H-1^T 是从莫哈维沙漠土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.63～0.64）μm×（1.8～2.7）μm］、革兰氏阳性、好氧、单生、短链状生长、形成芽胞、椭圆形、中生或旁中生、胞囊不膨大。28℃培养 2 d 后形成的菌落直径为 1.0～2.0 mm、不透明、表面光滑、圆形、边缘整齐。**★生理特性：**生长温度是 28～30℃，最高生长温度是 50～55℃，最低生长温度是 5～10℃。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。V-P 反应为阳性。硝酸盐能被还原成亚硝酸盐。能水解淀粉和酪蛋白。能利用柠檬酸盐。不能利用丙酸酯。不产 H_2S、吲哚和 3-羟基丁酮。不能分解卵黄卵磷脂、吐温 80 和尿素。利用下列化合物产酸不产气：L-阿拉伯糖、纤维二糖、果糖、葡萄糖、半乳糖、麦芽糖、甘露醇、甘露糖、L-鼠李糖、核糖、水杨苷、山梨醇、蔗糖和海藻糖。能缓慢发酵木糖，不能发酵乳糖和蜜二糖。**★化学特性：**细胞的主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43 mol%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 RO-H-1^T 与 *B. subtilis* NRRL NRS-744^T、*B. licheniformis* NRRL NRS-1264^T、*B. atrophaeus* NRRL NRS-213^T、*B. amyloliquefaciens* NRRL B-14393^T、*B. popilliae* NRRL B-2309^T 和 *B. lentimorbus* NRRL B-2522^T 的关联度分别是 25%、12%、25%、20%、37%和 38%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tcctggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag  cggacagatg
61    ggagcttgct  ccctgatgtt  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtgggta  acctgcctgt
121   aagactggga  taactccggg  aaaccggggc  taataccgga  tgcttgtttg  aaccgcatgg
181   ttcaaacata  aaaggtggct  tcggctacca  cttacagatg  gacccgcggc  gcattagcta
241   gttggtgagg  taacggctca  ccaaggcaac  gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgatcgg
301   ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag  ggaatcttcc
361   gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagtg  atgaaggttt  tcggatcgta
421   aagctctgtt  gttagggaag  aacaagtacc  gttcgaatag  ggcggtacct  tgacggtacc
481   taaccagaaa  gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  ggtggcaagc
541   gttgtccgga  attattgggc  gtaaagggct  cgcaggcggt  tccttaagtc  tgatgtgaaa
601   gcccccggct  caaccgggga  gggtcattgg  aaactgggga  acttgagtgc  agaagaggag
661   agtggaattc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa
721   ggcgactctc  tggtctgtaa  ctgacgctga  ggagcgaaag  cgtggggagc  gaacaggatt
781   agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctaa  gtgttagggg  gtttccgccc
841   cttagtgctg  cagctaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggtcg  caagactgaa
901   actcaaagga  attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca
961   acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ctctgacaat  cctagagata  ggacgtcccc
1021  ttcgggggca  gagtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg
1081  gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccttga  tcttagttgc  cagcattcag  ttgggcactc
1141  taaggtgact  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc
1201  cttatgacct  gggctacaca  cgtgctacaa  tggacagaac  aaagggcagc  aaaaccgcga
```

```
1261    ggttaagcca  atcccacaaa  tctgttctca  gttcggatcg  cagtctgcaa  ctcgactgcg
1321    tgaagctgga  atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc
1381    ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  tttgtaacac  ccgaagtcgg  tgaggtaacc
1441    tttatggagc  cagccgccga  aggtgggaca  gatgattggg  gtgaagtcgt  aacaaggtag
1501    ccgtatcgga  aggtgcggct  ggatca
```

141. *Bacillus muralis*（壁画芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-141。*Bacillus muralis* Heyrman et al.，2005，sp. nov.（壁画芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DSM 16288 = LMG 20238。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ316309。**★种名释意：***muralis* 为壁画之意，故其中文名称为壁画芽胞杆菌（L. masc. adj. *muralis*，of or belonging to a wall，mural）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DSM 16288^T 是从德国（Greene-Kreiensen 教堂）腐烂壁画中分离出来的。**★形态特征：**细胞杆状、直径为 0.7～0.8 μm、革兰氏染色可变、单生、成对或链状，单生时可运动，链状时不动，形成芽胞、椭圆形、中生或旁中生、胞囊不膨大或略膨大。NA 培养基上 30℃培养 2 d 后形成的菌落直径为 3～6 mm、呈粉红色、有光泽、边缘不规则、微凸。**★生理特性：**NA 培养基上厌氧条件下生长弱。最适生长温度是 30℃，20℃生长弱，45℃时不生长；pH 为 7 时生长比 pH 为 9 时生长好，pH 为 5 时不生长；菌株耐盐浓度为 7%，此时生长较弱。**★生化特性：**能水解淀粉，水解酪蛋白反应可变。氧化酶和过氧化氢酶为阳性。API 20E 结果显示，ONPG 反应为阳性，精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶和鸟氨酸脱羧酶为阴性。不能利用柠檬酸盐，不产 H_2S、吲哚和尿素，V-P 反应为阴性，不能水解明胶，硝酸钠被还原成亚硝酸钠。API 50 CHB 结果显示：能水解七叶苷。利用下列碳源产酸（有时弱）：L-阿拉伯糖、纤维二糖、果糖、熊果苷、N-乙酰葡萄糖胺、半乳糖、葡萄糖、甘油、乳糖、麦芽糖、甘露醇、甘露糖、蜜二糖、棉籽糖、核糖、海藻糖和水杨苷。利用蔗糖产酸反应可变。不能利用下列碳源产酸：核糖醇、D-阿拉伯糖、苦杏仁苷、D-阿糖醇和 L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖和 L-岩藻糖、异麦芽酮糖、葡萄糖酸、糖原、肌醇、菊糖、2-酮基葡萄糖酸和 5-酮基葡萄糖酸、D-来苏糖、松三糖、甲基 α-D-葡萄糖苷、甲基 α-D-甘露糖苷、甲基 β-D-木糖苷、鼠李糖、淀粉、山梨醇、山梨糖、D-己酮糖、D-松二糖、D-木糖和 L-木糖、木糖醇。模式菌株不能水解酪蛋白，利用蔗糖不产酸。Biotype 100 结果显示，模式菌株能水解七叶苷，能利用下列化合物作为唯一碳源：顺-乌头酸和反-乌头酸、D-丙氨酸和 L-丙氨酸、4-氨基丁酸、5-氨基戊酸、L-阿拉伯糖、L-阿糖醇、D-纤维二糖、柠檬酸盐、β-D-果糖、D-半乳糖、β-异麦芽酮糖、D-葡萄糖酸、D-葡萄糖胺、D-葡萄糖、甘油、L-组氨酸、3-羟基丁酸盐、2-酮戊二酸、DL-乳酸、乳糖、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露醇、D-甘露糖、α-D-蜜二糖、甲基 α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰基-D-腐胺、葡萄糖胺、异麦芽酮糖、苯乙酸盐、L-脯氨酸、L-丝氨酸、D-核糖、D-棉籽糖、蔗糖、D-海藻糖、L-色氨酸、D-松二糖、L-酪氨酸和 D-木糖。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**菌株的 DNA 的 G+C 含量为 41.2 mol%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 LMG 20238^T 与 *B. simplex* 和 *B. maroccanus* 的关联度低于 50%。16S rRNA 序列比对结果表明，菌株 LMG 20238^T 与 *Bacillus* sp. LMG 21002^T 和 *Bacillus* sp. LMG 19489^T 的同源性分别为

99.9%和 99.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc gaatggatgg gagcttgctc
61    cctgaagtta gcggcggacg ggtgagtaac acgtgggcaa cctggcctat aagactggga
121   taacttcggg aaaccggagc taataccgga tacgttcttt tctcgcatga gagaagatgg
181   aaagacggtt tacgctgtca cttatagatg ggcccgcggc gcattagcta gttggtgagg
241   taatggctca ccaaggcgac gatgcgtagc cgacctgaga gggtgatcgg ccacactggg
301   actgagacac ggcccagact cctacgggag gcagcagtag ggaatcttcc gcaatggacg
361   aaagtctgac ggagcaacgc cgcgtgaacg aagaaggcct tcgggtcgta aagttctgtt
421   gttagggaag aacaagtacc agagtaactg ctggtacctt gacggtacct aaccagaaag
481   ccacggctaa ctacgtgcca gcagccgcgg taatacgtag gtggcaagcg ttgtccggaa
541   ttattgggcg taaagcgcgc gcaggtggtt ccttaagtct gatgtgaaag cccacggctc
601   aaccgtggag ggtcattgga aactggggaa cttgagtgca gaagaggaaa gtggaattcc
661   aagtgtagcg gtgaaatgcg tagagatttg gaggaacacc agtggcgaag gcgactttct
721   ggtctgtaac tgacactgag gcgcgaaagc gtggggagca aacaggatta gataccctgg
781   tagtccacgc cgtaaacgat gagtgctaag tgttagaggg tttccgccct ttagtgctgc
841   agctaacgca ttaagcactc cgcctgggga gtacggccgc aaggctgaaa ctcaaaggaa
901   ttgacggggg cccgcacaag cggtggagca tgtggtttaa ttcgaagcaa cgcgaagaac
961   cttaccaggt cttgacatcc tctgacaacc ctagagatag ggcgttcccc ttcgggggac
1021  agagtgacag gtggtgcatg gttgtcgtca gctcgtgtcg tgagatgttg ggttaagtcc
1081  cgcaacgagc gcaacccttg atcttagttg ccagcattca gttgggcact ctaaggtgac
1141  tgccggtgac aaaccggagg aaggtgggga tgacgtcaaa tcatcatgcc ccttatgacc
1201  tgggctacac acgtgctaca atggatggta caaagggctg caaacctgcg aaggtaagcg
1261  aatcccataa agccattctc agttcggatt gcaggctgca actcgcctgc atgaagccgg
1321  aatcgctagt aatcgcggat cagcatgccg cggtgaatac gttcccgggc cttgtacaca
1381  ccgcccgtca caccacgaga gtttgtaaca cccgaagtcg gtgaggtaac ctttatggag
1441  ccagccgcct aaggtgggac agatgattgg ggtgaagtcg taacaaggta gccgtatcgg
1501  aagg
```

142. *Bacillus murimartini*（马丁教堂芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-142。*Bacillus murimartini* Borchert et al.，2007，sp. nov.（马丁教堂芽胞杆菌）。**★模式菌株：**LMG 21005 = NCIMB 14102。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ316316。**★种名释意：***murimartini* 中 *murus* 为壁画之意，*martini* 为马丁教堂之意，故其中文名称为马丁教堂芽胞杆菌［L. n. *murus*，wall；N.L. gen. n. *martini*，of Martin（masc. name of a saint）；N.L. gen. n. *murimartini*，from the wall of the（St.）Martin church in Greene-Kreiensen，Germany］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 LMG 21005^T 是从德国教堂壁画中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［0.5μm ×（2.0～3.0）μm］、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动，老化的细胞形成芽胞、椭圆形、次中生。菌落呈黄色、圆形、凸、光滑。**★生理特性：**生长的温度是 10～30℃，最适生长温度是 15～20℃；生长的 pH 是 7～10，最适生长 pH 是 8.5；生长的 NaCl 浓度是 0～4%。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶和酸性磷酸酶为阳性。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。能水解酪蛋白、半乳甘露聚糖和三丁酸甘油酯，不能水解淀

粉、明胶、吐温 20、吐温 80 和半乳聚糖。能利用 N-乙酰氨基葡萄糖和山梨醇，但不能利用 D-乳糖、D-蜜二糖、蔗糖或柠檬酸。**★化学特性：**细胞的主要脂肪酸包括 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 39.6 mol%。LMG 21005^T 是芽胞杆菌第 6 群的耐碱新成员，该组菌的 16S rRNA 基因序列同源性为 99.5%。LMG 21005^T 与 *B. gibsonii* DSM 8722^T 的基因序列同源性为 98.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggacgttttt  gaagcttgct
61    tcaaaaacgt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctgcctt  atcgactggg
121   ataactccgg  gaaaccgggg  ctaataccgg  ataacatcta  gcacttcctg  gtgcaagatt
181   aaaagagggc  cttcgggctc  tcacgatgag  atgggcccgc  ggcgcattag  ctagttggag
241   aggtaatggc  tccccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact
301   gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg
361   acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  gtttcggctc  gtaaagctct
421   gttatgaggg  aagaacacgt  accgttcgaa  tagggcggta  ccttgacggt  acctcatcag
481   aaagccacgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtaggtggca  agcgttgtcc
541   ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggccttttaa  gtctgatgtg  aaatcttgcg
601   gctcaaccgc  aagcggtcat  tggaaactgg  agggcttgag  tacagaagag  gagagtggaa
661   ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagata  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact
721   ctctggtctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc
781   ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttag  gggtttcgat  gcccgtagtg
841   ccgaagttaa  cacattaagc  actccgcctg  gggagtacgg  ccgcaaggct  gaaactcaaa
901   ggaattgacg  gggggcccgca  caagcagtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa
961   gaaccttacc  aggtcttgac  atcctttgac  cactctggag  acagagcttc  cccttcgggg
1021  gcaaagtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt
1081  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgaccttagt  tgccagcatt  yagttgggca  ctctaaggtg
1141  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga
1201  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg  tacaaagggt  tgcgaagccg  cgaggtggag
1261  ccaatcccat  aaagccattc  tcagttcgga  ttgtaggctg  caactcgcct  gcatgaagct
1321  ggaattgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg  gccttgtaca
1381  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttgtaa  cacccgaagt  cggtgaggta  accttttgga
1441  gccagccgcc  gaaggtggga  cagatgattg  gggtgaagtc  gtaacaaggt  agccgtatcg
1501  gaagg
```

143. *Bacillus mycoides*（蕈状芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-143。*Bacillus mycoides* Flügge，1886，species（蕈状芽胞杆菌）**★模式菌株：**ATCC 6462 = CCUG 26678 = CIP 103472 = DSM 2048 = HAMBI 1827= LMG 7128 = NBRC 101228 = NCTC 12974 = NRRL B-14799 = NRRL B-14811 = NRRL NRS-273。**★16S rRNA 基因序列号：**AB021192。**★种名释意：***mycoides* 中 *mukês* 为蕈状或其他真菌之意，*oides* 为形状之意，故其中文名称为蕈状芽胞杆菌［Gr. n. *mukês -êtos*，mushroom or other fungus；L. suff. *-oides*（from Gr. suff. *eides*，from Gr. n. *eidos*，that which is seen，form，shape，figure），ressembling，similar：N.L. masc. adj. *mycoides*，fungus-like］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NRRL NRS-273^T 是从土壤中分离得到的。**★形态特**

征：细胞杆状 [（0.5～0.7）μm×（3.0～5.0）μm]、需氧、嗜碱、革兰氏阳性、形成芽胞、椭圆形、端生、胞囊不膨大。菌落呈白色、圆形、光滑、有光泽，有时候中心呈深色。**★生理特性：**生长的 pH 是 8～10，最适生长 pH 是 9；生长的 NaCl 浓度是 2%～8%；生长的温度是 10～40℃。**★生化特性：**能水解明胶、酪蛋白、淀粉和吐温 40。过氧化氢酶为阳性。不能水解马尿酸盐、纤维素、吐温 20 及吐温 80。酪氨酸降解、苯丙氨酸脱氨、卵黄反应、V-P 反应及柠檬酸盐利用为阴性。硝酸钠不能被还原。利用下列碳源产酸：L-阿拉伯糖、D-葡萄糖、D-甘露醇、甘油、D-木糖、乳糖、麦芽糖、山梨醇和蔗糖，利用山梨糖不产酸。**★化学特性：**细胞脂肪酸包括 iso-$C_{12:0}$、$C_{12:0}$、iso-$C_{13:0}$、anteiso-$C_{13:0}$、iso-$C_{14:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**模式菌株 DNA 的 G+C 含量为 34.2 mol%（T_m）和 34.1 mol%（Bd）。菌株 NRRL NRS-273 与 *B. cereus*、*B. thuringiensis* 和 *B. mycoides* 相关菌株的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 24%～34%、29%～37%及 20%～100%。16S rRNA 基因序列如下。

1 aacgctggcg gcgtgcctaa tacatgcaag tcgagcgaat ggattaagag cttgctctta
61 tgaagttagc ggcggacggg tgagtaacac gtgggtaacc tacccataag actgggataa
121 ctccgggaaa ccggggctaa taccggataa tattttgaac tgcatagttc gaaattgaaa
181 ggcggcttcg gctgtcactt atggatggac ccgcgtcgca ttagctagtt ggtgaggtaa
241 cggctcacca aggcgacgat gcgtagccga cctgagaggg tgatcggcca cactgggact
301 gagacacggc ccagactcct acgggaggca gcagtaggga atcttccgca atggacgaaa
361 gtctgacgga gcaacgccgc gtgagtgatg aaggctttcg ggtcgtaaaa ctctgttgtt
421 agggaagaac aagtgctagt tgaataagct ggcaccttga cggtacctaa ccagaaagcc
481 acggctaact acgtgccagc agccgcggta atacgtaggt ggcaagcgtt atccggaatt
541 attgggcgta aagcgcgcgc aggtggtttc ttaagtctga tgtgaaagcc cacggctcaa
601 ccgtggaggg tcattggaaa ctgggagact tgagtgcaga agaggaaagt ggaattccat
661 gtgtagcggt gaaatgcgta gagatatgga ggaacaccag tggcgaaggc gactttctgg
721 tctgtaactg acactgaggc gcgaaagcgt ggggagcaaa caggattaga taccctggta
781 gtccacgccg taaacgatga gtgctaagtg ttagagggtt tccgcccttt agtgctgaag
841 ttaacgcatt aagcactccg cctggggagt acggccgcaa ggctgaaact caaaggaatt
901 gacgggggcc cgcacaagcg gtggagcatg tggtttaatt cgaagcaacg cgaagaacct
961 taccaggtct tgacatcctc tgaaaactct agagatagag cttctccttc gggagcagag
1021 tgacaggtgg tgcatggttg tcgtcagctc gtgtcgtgag atgttgggtt aagtcccgca
1081 acgagcgcaa cccttgatct tagttgccat cattaagttg ggcactctaa ggtgactgcc
1141 ggtgacaaac cggaggaagg tggggatgac gtcaaatcat catgcccctt atgacctggg
1201 ctacacacgt gctacaatgg acggtacaaa gagctgcaag accgcgaggt ggagctaatc
1261 tcataaaacc gttctcagtt cggattgtag gctgcaactc gcctacatga agctggaatc
1321 gctagtaatc gcggatcagc atgccgcggt gaatacgttc ccgggccttg tacacaccgc
1381 ccgtcacacc acgagagttt gtaacacccg aagtcggtgg ggtaaccttt atggagccag
1441 ccgcctaagg tgggacagat gattggggtg aagtcgtaac aaggtagccg tatcggaagg
1501 tgcggctgga tca

144. *Bacillus nanhaiisediminis*（南海沉积芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-144。*Bacillus nanhaiisediminis* Zhang et al.，2011，sp. nov.（南海沉

积芽胞杆菌）。**★模式菌株：**NH3 = CGMCC 1.10116 = JCM 16507。**★16S rRNA 基因序列号：**GQ292773。**★种名释意：***nanhaiisediminis* 中 *nanhaium* 为南海之意，*sedimen -inis* 为沉积物之意，故其中文名称为南海沉积芽胞杆菌（N.L. n. *nanhaium*，Nan Hai，the Chinese name for the South China Sea；L. n. *sedimen -inis*，a sediment；N.L. gen. n. *nanhaiisediminis* of a sediment from the South China Sea）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NH3^T 是从我国南海的沉积物样品中分离出来的。**★形态特征：**菌株细胞杆状［（0.5～0.7）μm ×（1.3～2.5）μm］、革兰氏阳性、好氧、可运动、以周生鞭毛运动、形成芽胞、椭圆形、次端生或中生。LB 琼脂培养基上 37℃培养 36～48 h 后形成的菌落直径大小为 0.5～2 mm、呈浅黄色、凸、表面光滑、略不规则圆形。NA 培养基上生长良好，无色素扩散。**★生理特性：**生长温度是 10～43℃（最适生长温度是 37℃）；生长 pH 是 6.5～10.0（最适生长 pH 为 9.0）；生长盐浓度是 0～11%，在 12%浓度下不能生长。耐氨曲南（30 μg）和硫酸链霉素（10 μg）。对下列化合物敏感：阿米卡星（30 μg）、阿莫西林+克拉维酸（10 μg）、氨苄西林（10 μg）、头孢噻肟（30 μg）、氯霉素（30 μg）、环丙沙星（5 μg）、氯林可霉素盐酸盐（2 μg）、红霉素（15 μg）、硫酸庆大霉素（10 μg）、硫酸卡那霉素（30 μg）、美洛西林（75 μg）、氧氟沙星（5 μg）、青霉素 G（10 IU）、利福平（5 μg）、四环素盐酸盐（30 μg）、硫酸妥布霉素（10 μg）和溶菌酶（0.005%，w/v）。**★生化特性：**过氧化氢酶和苯丙氨酸脱氢酶为阳性，氧化酶、卵黄反应、精氨酸双水解酶、脂肪酶及 ONPG 水解为阴性。能水解尿素，但不能水解明胶、酪蛋白、淀粉、熊果苷、七叶苷、酪氨酸、腺嘌呤、鸟嘌呤、黄嘌呤或次黄嘌呤。硝酸钠被还原成亚硝酸钠，产吲哚，不产 H_2S，甲基红和 V-P 反应为阴性。能利用下列化合物作为唯一碳源：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-半乳糖、葡萄糖胺盐酸盐、D-葡萄糖、3-甲基葡萄糖、甘油、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、α-L-鼠李糖、棉籽糖、D-山梨醇、海藻糖、D-木糖醇、乙酸盐、延胡索酸、丙酮酸、山梨酸和琥珀酸。不能利用下列化合物：七叶苷、熊果苷、*meso*-赤藓糖醇、D-果糖、N-乙酰-D-葡萄糖胺、糖原、肌醇、乳糖、D-核糖、L-山梨糖、蔗糖、D-木糖、安息香、柠檬酸盐、肌酸、乳酸、草酸或酒石酸盐。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。细胞脂肪酸主要含 iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{14:0}$。主要极性脂包括磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.3 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，菌株 NH3^T 是芽胞杆菌第 6 rRNA 群的成员，它们包括耐碱、嗜碱和极端嗜盐菌。菌株与 *B. akibai* 1139^T、*B. pseudofirmus* DSM 8715^T、*B. okhensis* Kh10-101^T 和 *B. alkalidiazotrophicus* MS6^T 的 16S rRNA 基因序列的同源性分别为 96.82%、96.76%、96.76%和 96.47%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agtcgagcgg  atcaaaggga  gcttgctccc  agagattagc  ggcggacggg  tgagtaacac
61    gtgggcaacc  tgccctgtag  actgggataa  caccgagaaa  tcggtgctaa  taccggataa
121   cacctttctt  ctcatggagg  aaggttaaaa  gttgggatta  ctaacactac  aggatgggcc
181   cgcggcgcat  tagctagttg  gtaaggtaat  ggcttaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac
241   ctgagagggt  gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag
301   cagtagggaa  tcttccgcaa  tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgatga
361   aggttttcgg  atcgtaaagc  tctgttgtta  gggaagaaca  agtgccgttc  gaataggtcg
```

421　gcaccttgac　ggtacctaac　cagaaagcca　cggctaacta　cgtgccagca　gccgcggtaa
481　tacgtaggtg　gcaagcgttg　tccggaatta　ttgggcgtaa　agcgcgcgca　ggcggtcttt
541　taagtctgat　gtgaaagccc　ccggctcaac　cggggagggt　cattggaaac　tgggagactt
601　gagtacagaa　gaggagagtg　gaattccacg　tgtagcggtg　aaatgcgtag　atatgtggag
661　gaacaccagt　ggcgaaggcg　actctctggt　ctgtaactga　cgctgaggcg　cgaaagcgtg
721　gggagcaaac　aggattagat　accctggtag　tccacgccgt　aaacgatgag　tgctaggtgt
781　taggggtttc　gatgccctta　gtgccgaagt　taacacatta　agcactccgc　ctggggagta
841　cgaccgcaag　gttgaaactc　aaaggaattg　acgggggccc　gcacaagcag　tggagcatgt
901　ggtttaattc　gaagcaacgc　gaagaacctt　accaggtctt　gacatccttt　gaccacccta
961　gagatagggc　tttccccttc　gggggacaaa　gtgacaggtg　gtgcatggtt　gtcgtcagct
1021　cgtgtcgtga　gatgttgggt　taagtcccgc　aacgagcgca　acccttgatc　ttagttgcca
1081　gcattcagtt　gggcactcta　aggtgactgc　cggtgacaaa　ccggaggaag　gtggggatga
1141　cgtcaaatca　tcatgcccct　tatgacctgg　gctacacacg　tgctacaatg　gatggtacaa
1201　agggctgcga　aaccgcgagg　ttgagcgaat　cccataaagc　cattctcagt　tcggattgta
1261　ggctgcaact　cgcctacatg　aagccggaat　tgctagtaat　cgcggatcag　catgccgcgg
1321　tgaatacgtt　cccgggcctt　gtacacaccg　cccgtcacac　cacgagagtt　tgtaacaccc
1381　gaagtcggtg　gggtaacctt　ttggagccag　ccgcctaag

145. *Bacillus nealsonii*（尼氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-145。*Bacillus nealsonii* Venkateswaran et al.，2003，sp. nov.（尼氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**FO-92 = ATCC BAA-519 = DSM 15077。**★16S rRNA 基因序列号：**EU656111。**★种名释意：***nealsonii* 意为 Nealson，旨在纪念美国著名的微生物学家 Kenneth H. Nealson，故其中文名称为尼氏芽胞杆菌（N.L. gen. n. *nealsonii*，of Nealson，referring to Kenneth H. Nealson，a well-known American microbiologist）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 FO-92^T 是从飞船组装设备中分离出来的。**★形态特征：**细胞杆状［（4～5）μm × 1 μm］、可运动、革兰氏阳性、兼性厌氧、形成芽胞，芽胞表面具有与芽胞外壁相似的外层结构。TSA 培养基上培养的菌落呈米色、不规则、粗糙、波状或叶边状。生长的盐浓度是 0～8%；生长的 pH 是 6～10；生长温度是 25～60℃，最适生长温度是 30～35℃。**★生化特性：**过氧化氢酶和 β-半乳糖苷酶为阳性。明胶酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶、脂肪酶、淀粉酶和海藻酸酶为阴性。不产 H_2S。无反硝化作用。能由葡萄糖和许多其他碳水化合物产酸。**★化学特性：**细胞的主要脂肪酸为 $C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$ 及 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**FO-92^T 与 *Bacillus* 17 个菌株的 16S rRNA 序列同源性为 95%～98.7%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 FO-92^T 与 *B. circulans* ATCC 4513^T 和 *B. benzoevorans* ATCC 49005^T 的同源性分别为 16%和 15%，但菌株 FO-92^T 与 *B. circulans* ATCC 4513^T 和 *B. benzoevorans* ATCC 49005^T 的 16S rRNA 同源性分别为 98.7% 和 98%。16S rRNA 基因序列如下。

1　agagtttgat　cctggctcag　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc
61　ggacttaaaa　agcttgcttt　ttaagttagc　ggcggacggg　tgagtaacac　gtgggcaacc
121　tgcctgtaag　actgggataa　cttcgggaaa　ccggagctaa　taccggataa　tccttttcta
181　ctcatgtaga　gaagtctgaa　agacggcatc　tcgctgtcac　ttacagatgg　gcccgcggcg

```
241   cattagctag  ttggtgaggt  aacggctcac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag
301   ggtgatcggc  cacactggga  ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg
361   gaatcttccg  caatggacga  aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  tgaaggtttt
421   cggatcgtaa  aactctgttg  ttagggaaga  ataagtatga  gagtaactgc  tcgtaccttg
481   acggtaccta  accagaaagc  cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg
541   tggcaagcgt  tgtccggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggtcc  tttaagtctg
601   atgtgaaagc  ccacggctca  accgtggagg  gtcattggaa  actgggggac  ttgagtgcag
661   aagagaagag  tggaattcca  cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca
721   gtggcgaagg  cgactctttg  gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa
781   acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagagggt
841   ttccgccctt  tagtgctgca  gcaaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggccgca
901   aggctgaaac  tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat
961   tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatctc  ctgacaatcc  tagagatagg
1021  acgttcccct  tcgggggaca  ggatgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt
1081  gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccttga  tcttagttgc  cagcatttag
1141  ttgggcactc  taaggtgact  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat
1201  catcatgccc  cttatgacct  gggctacaca  cgtgctacaa  tggatggtac  aaagggcagc
1261  aaaaccgcga  ggtcgagcaa  atcccataaa  accattctca  gttcggattg  taggctgcaa
1321  ctcgcctaca  tgaagctgga  atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg
1381  ttcccgggcc  ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  tttgtaacac  ccgaagtcgg
1441  tggggtaacc  tttttggagc  cagccgccta  aggtgggata  gatgattggg  gtgaagtcgt
1501  aacaaggta
```

146. *Bacillus neizhouensis*（雷州湾芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-146。*Bacillus neizhouensis* Chen et al.，2009，sp. nov.（雷州湾芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JSM 071004 = CCTCC AB 207161 = DSM 19794 = KCTC 13187。**★16S rRNA 基因序列号：**EU925618。**★种名释意：***neizhouensis* 意为模式菌株分离自我国南海雷州湾，故其中文名称为雷州湾芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *neizhouensis*，pertaining to Neizhou Bay，from which the sample that yielded the type strain was collected）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JSM 071004^T 是从我国南海雷州湾收集的海葵中分离得到的。**★形态特征：**细胞直杆状［（0.5～0.6）μm ×（3.0～5.0）μm］、革兰氏阳性、好氧、稍嗜盐、兼性嗜碱、不运动、单生、成对或短链状。芽胞椭圆形，次端生，胞囊不膨大。在海洋琼脂 2216 上 25℃培养 3～5 d 后形成的菌落直径为 1～2 mm、呈浅黄色、低凸、半透明、边缘稍不规则。**★生理特性：**生长的盐浓度是 0.5%～10%（w/v）（最适盐浓度是 2%～4%）；生长的 pH 是 6.5～10（最适 pH 是 8.5）；生长的温度是 4～30℃（最适生长温度是 25℃）。对下列化合物敏感：氨苄西林（30 μg）、羧苄西林（30 μg）、氯霉素（30 μg）、庆大霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、呋喃妥因（30 μg）、新生霉素（30 μg）、多黏菌素 B（30 μg）、利福平（5 μg）和链霉素（10 μg）。对下列化合物不敏感：林可霉素（2 μg）、萘啶酸（20 μg）、四环素（30 μg）或妥布霉素（10 μg）。**★生化特性：**硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。甲基红和 V-P 反应为阴性，不产 H_2S 和吲哚。能水解七叶苷和明胶，不能水解酪蛋白、纤维素、DNA、淀粉、吐温 20、吐温 40、吐温 60、吐温 80

和尿素。利用下列碳源产酸：D-果糖、D-葡萄糖、麦芽糖、蔗糖和海藻糖。不能利用下列碳源产酸：核糖醇、L-阿拉伯糖、纤维二糖、半乳糖醇、D-半乳糖、甘油、肌醇、乳糖、D-甘露醇、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-水杨苷、淀粉、D-山梨醇或D-木糖。能利用下列化合物作为唯一碳源或氮源：D-葡萄糖、麦芽糖、海藻糖和L-亮氨酸。不能利用下列化合物：L-阿拉伯糖、纤维二糖、糊精、D-果糖、D-半乳糖、D-乳糖、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-水杨苷、蔗糖、D-木糖、核糖醇、D-阿糖醇、甘油、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、乙酸盐、丁酸盐、柠檬酸盐、葡萄糖酸盐、丙酸盐、琥珀酸盐、L-丙氨酸、L-精氨酸、L-天冬酰胺、L-谷氨酸、甘氨酸、L-组氨酸、羟基-L-脯氨酸、L-异亮氨酸、L-甲硫氨酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸和 L-缬氨酸。下列酶活性为阴性：碱性磷酸酶、β-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸苷酶、亮氨酸芳基酰胺酶、萘酚 AS-BI-磷酸水解酶、酸性磷酸酶、α-胰凝乳蛋白酶、胱氨酸芳基酰胺酶、α-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、酯酶（C14）、α-甘露糖苷酶、胰蛋白酶和缬氨酸芳基酰胺酶。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。极性脂为磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**基因组 DNA 的 G+C 含量为 39.8 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，菌株 JSM 071004^T 与模式株菌 *B. agaradhaerens* 的同源性最高（97.3%），与 *B. cellulosilyticus*、*B. clarkii* 和 *B. polygoni* 的同源性分别为 96.2%、96.1%和 96.0%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       ctaatacatg  caagtcgagc  gcaggaaaca  agttgatccc  ttcggggtga  cgcttgtgga
61      atgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctgcc  ttgtagactg  ggataactcc
121     gggaaaccgg  agctaatacc  ggatgaccaa  cggaatcgca  tgattctgtt  gtaaaagtgg
181     ggatttatcc  tcacactacg  agatgggccc  gcggcgcatt  agctagttgg  taaggtaatg
241     gcttaccaag  gcaacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca  ctggaactga
301     gacacggtcc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  catccgcaat  gggcgaaagc
361     ctgacggtgc  aacgccgcgt  gaacgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaagtt  ctgttatgag
421     ggaagaacaa  gtgccgttcg  aatagggcgg  caccttgacg  gtacctcacg  agaaagcccc
481     ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg  caagcgttgt  ccggaattat
541     tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggtctctt  aagtctgatg  tgaaagccca  cggctcaacc
601     gtggagggtc  attggaaact  gggggacttg  agtgtaggag  aggaaagtgg  aattccacgt
661     gtagcggtga  aatgcgtaga  tatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaggcga  ctttctggcc
721     tataactgac  gctgaggtgc  gaaagcgtgg  ggagcaaaca  ggattagata  ccctggtagt
781     ccacgccgta  aacgatgagt  gctaggtgtt  aggggtttcg  atgcccttag  tgccgaagtt
841     aacacattaa  gcactccgcc  tggggagtac  gaccgcaagg  ttgaaactca  aaggaattga
901     cgggggcccg  cacaagcagt  ggagcatgtg  gtttaattcg  aagcaacgcg  aagaacctta
961     ccaggtcttg  acatcctctg  accacccaag  agattgggat  ttccccttcg  gggacagag
1021    tgacaggtgg  tgcatggttg  tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgggtt  aagtcccgca
1081    acgagcgcaa  cccttgatct  tagttgccag  cattcagttg  ggcactctaa  ggtgactgcc
1141    ggtgataaac  cggaggaagg  tggggatgac  gtcaaatcat  catgcccctt  atgacctggg
1201    ctacacacgt  gctacaatgg  atggtacaaa  gggctgcaag  accgcgaggt  caagcgaatc
1261    ccataaagcc  attctcagtt  cggattgcag  gctgcaactc  gcctgcatga  agccggaatt
1321    gctagtaatc  gcggatcagc  atgccgcggt  gaatacgttc  ccgggccttg  tacacaccgc
```

1381　ccgtcacacc　acgagagttt　gtaacacccg　aagtcggtga　ggtaaccttt　ttggagccag
1441　ccgccgaagg　tgggacagat　gattggggtg　aagtcgtaa

147. *Bacillus niabensis*（农研所芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-147。*Bacillus niabensis* Kwon et al.，2007，sp. nov.（农研所芽胞杆菌）。**★模式菌株：**4T19 = DSM 17723 = JCM 16399 = KACC 11279。**★16S rRNA 基因序列号：**AY998119。**★种名释意：***niabensis* 是根据韩国国立农业生物技术研究所的首字母缩写 NIAB 而创造的词汇，故其中文名称为农研所芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *niabensis*，arbitrary name formed from NIAB，the acronym for the National Institute of Agricultural Biotechnology，Korea，where taxonomic studies on this species were performed）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 4T19^T、4T12、5M45、5M53 和 5T52 是从培养香菇的棉花废物堆肥中分离出来的。**★形态特征：**细胞杆状[（0.5～0.7）μm ×（2.0～3.0）μm]、革兰氏阳性、好氧、以单极鞭毛运动。芽胞椭圆形或圆形，端生，胞囊膨大。厌氧条件下也能生长。TSA 培养基上培养 2 d 后形成的菌落呈淡黄白色、直径为 2～3 mm、圆形边缘清晰。**★生理特性：**生长的温度是 15～50℃，最适生长温度低于 30℃；生长的 pH 是 6.0～8.0，最适生长 pH 低于 7；生长的盐浓度是 0～5%。溶菌酶中不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和脲酶为阳性。能水解七叶苷、明胶和淀粉。氧化酶、苯丙氨酸脱氨、酪氨酸降解、V-P 反应、柠檬酸盐利用为阴性。不产吲哚和 3-羟基丁酮。利用下列碳源产酸：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-木糖和 D-甘露醇。厌氧条件下硝酸钠被还原成亚硝酸钠。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（24.5%～33.9%）和 $C_{16:0}$（15.1%～34.1%）。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.7 mol%～40.9 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 4T19^T、4T12、5M45、5M53 和 5T52 与 *B. herbersteinensis* DSM 16534^T 的同源性最高，为 96.6%～96.9%。但这 5 个菌株之间的 DNA-DNA 杂交关联度值为 85%～96%，为同一个种。16S rRNA 基因序列如下。

1　aacgctggcg　gcgtgcctaa　tacatgcaag　tcgagcgaat　ctgagggagc　ttgctcccaa
61　agattagcgg　cggacgggtg　agtaacacgt　gggtaacctg　cctgtaagat　tgggataact
121　ccgggaaacc　ggagctaata　ccggataaca　tatcgaaccg　catggttcga　tattgaaaga
181　tggtttcggc　tatcacttac　agatggaccc　gcggcgcatt　agctagttgg　tgaggtaacg
241　gctcaccaag　gcgacgatgc　gtagccgacc　tgagagggtg　atcggccaca　ctgggactga
301　gacacggccc　agactcctac　gggaggcagc　agtagggaat　cttccgcaat　ggacgaaagt
361　ctgacggagc　aacgccgcgt　gagcgaagaa　ggccttcggg　tcgtaaagct　ctgttgttag
421　ggaagaacaa　gtacgagagt　aactgctcgt　accttgacgg　tacctaacca　gaaagccacg
481　gctaactacg　tgccagcagc　cgcggtaata　cgtaggtggc　aagcgttgtc　cggaattatt
541　gggcgtaaag　cgcgcgcagg　cggtttctta　agtctgatgt　gaaagcccac　ggctcaaccg
601　tggagggtca　ttggaaactg　gggaacttga　gtgcagaaga　ggagagtgga　attccacgtg
661　tagcggtgaa　atgcgtagag　atgtggagga　acaccagtgg　cgaaggcgac　tctctggtct
721　gtaactgacg　ctgaggcgcg　aaagcgtggg　gagcgaacag　gattagatac　cctggtagtc
781　cacgccgtaa　acgatgagtg　ctaagtgtta　gagggtttcc　gccctttagt　gctgcagcaa
841　acgcattaag　cactccgcct　ggggagtacg　gtcgcaagac　tgaaactcaa　aggaattgac
901　gggggcccgc　acaagcggtg　gagcatgtgg　tttaattcga　agcaacgcga　agaaccttac

961　caggtcttga　catctttcgc　tacttctaga　gatagaaggt　tccccttcgg　gggacggagt
1021　gacaggtggt　gcatggttgt　cgtcagctcg　tgtcgtgaga　tgttgggtta　agtcccgcaa
1081　cgagcgcaac　ccttgacctt　agttgccagc　attcagttgg　gcactctaag　gtgactgccg
1141　gtgacaaacc　ggaggaaggt　ggggatgacg　tcaaatcatc　atgcccctta　tgacctgggc
1201　tacacacgtg　ctacaatgga　tggtacaaag　ggctgcaaga　ctgcgaagtc　aagccaatcc
1261　cataaaacca　ttctcagttc　ggattgcagg　ctgcaactcg　cctgcatgaa　gccggaatcg
1321　ctagtaatcg　cggatcagca　tgccgcggtg　aatacgttcc　cgggccttgt　acacaccgcc
1381　cgtcacacca　cgagagtttg　taacacccga　agtcggtggg　gtaaccgtaa　ggagccagcc
1441　gcctaaggtg　ggacagatga　ttggggtgaa　gtcgtaac

148. *Bacillus niacini*（烟酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-148。*Bacillus niacini* Nagel and Reesen，1991，sp. nov.（烟酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CIP 104585 = DSM 2923 = IFO（now NBRC）15566 = JCM 12306= LMG 16677。**★16S rRNA 基因序列号：**AB021194。**★种名释意：***niacini* 为烟酸之意，故其中文名称为烟酸芽胞杆菌（N.L. n. *niacinum*，niacin or nicotinic acid；N.L. gen. n. *niacin*，of nicotinic acid）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CIP 104585^T 是从花园和野外土壤中分离出来的。**★形态特征：**其在营养肉汤培养基上革兰氏染色可变；盐酸琼脂培养基上革兰氏染色阳性。细胞杆状［（3.0～5.6）μm×（0.9～1.4）μm］、需氧、形成芽胞、圆形、中生或次端生、胞囊不膨大或有时略膨大、以周生鞭毛运动。在有些复杂培养基上培养的菌落会形成长链。NA 培养基上培养的菌落直径为 3～5 mm、光滑、中心呈米色，其周围被扩展的透明区域包围。**★生理特性：**在 pH 为 7 和 8 时生长最好，在 pH<7 时生长很差。生长的温度是 10～40℃。**★生化特性：**厌氧条件下，硝酸钠被还原成亚硝酸钠。在钼离子存在时，烟酸可以作为唯一的碳源、氮源和能源。过氧化氢酶为阳性或弱阳性，氧化酶为阳性。有些菌株产吲哚。能水解明胶（有时弱），有些菌株水解淀粉。脲酶为阴性，不能降解酪蛋白、苯丙氨酸和酪氨酸。利用天冬氨酸、柠檬酸、甲酸和乳酸作为唯一碳源，以及由葡萄糖和其他碳水化合物产酸均因菌株而异。利用下列碳源产酸：果糖、半乳糖、葡萄糖、麦芽糖、蔗糖和木糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37 mol%～39 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gatcctggct　caggacgaac　gctggcggcg　tgcctaatac　atgcaagtcg　agcgaatctt
61　gaggtgcttg　cacctcttgg　ttagcggcgg　acgggtgagt　aacacgtggg　caacctgcct
121　gtaagactgg　gataacttcg　ggaaaccgga　gctaataccg　gataatcctt　ttcctctcat
181　gagggaaagt　tgaaagtcgg　tttacgctga　cacttacaga　tgggcccgcg　gcgcattagc
241　tagttggtga　ggtaacggct　caccaaggcg　acgatgcgta　gccgacctga　gagggtgatc
301　ggccacactg　ggactgagac　acggcccaga　ctcctacggg　aggcagcagt　agggaatctt
361　ccgcaatgga　cgaaagtctg　acggagcaac　gccgcgtgag　cgatgaaggc　cttcgggtcg
421　taaagctctg　ttgttaggga　agaacaagta　ccggagtaac　tgccggtacc　ttgacggtac
481　ctaaccagaa　agccacggct　aactacgtgc　cagcagccgc　ggtaatacgt　aggtggcaag
541　cgttgtccgg　aattattggg　cgtaaagcgc　gcgcaggcgg　tcctttaagt　ctgatgtgaa
601　agcccacggc　tcaaccgtgg　agggtcattg　gaaactgggg　gacttgagta　cagaagagga

```
661   aagcggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga
721   aggcggcttt  ctggtctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat
781   tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttagag  ggtttccgcc
841   ctttagtgct  gcagctaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggcc  gcaaggctga
901   aactcaaagg  aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgaagc
961   aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  cctctgacac  tcctagagat  aggactttcc
1021  ccttcggggg  acagagtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt
1081  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgatcttagt  tgccagcatt  cagttgggca
1141  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg
1201  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg  tacaaagggc  tgcaagaccg
1261  cgaggtttag  ccaatcccat  aaaaccattc  tcagttcgga  ttgcaggctg  caactcgcct
1321  gcatgaagcc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg
1381  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttgtaa  cacccgaagt  cggtggggta
1441  accgtaagga  gccagccgcc  taaggtggga  cagatgattg  gggtgaagtc  gtaacaaggt
1501  agccgtatcg  gaaggtgcgg  ctggat
```

149. *Bacillus novalis*（休闲地芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-149。*Bacillus novalis* Heyrman et al.，2004，sp. nov.（休闲地芽胞杆菌）。**★模式菌株：**IDA3307 = R-15439 = DSM 15603 = JCM 21709 = LMG 21837 = NBRC 102450。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ542512。**★种名释意：***novalis* 为休耕地之意，故其中文名称为休闲地芽胞杆菌［L. fem. n. *novalis*（or L. neut. n. *novale*），fallow land：L. gen. n. *novalis*，of a fallow land］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 IDA3307^{T} 是从荷兰农业研究领域占特省 Drentse A 废弃干草田土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状（直径 0.6～1.2 μm）、革兰氏阳性或可变（24 h）、兼性厌氧、可运动、常以单个或成对或短链排列。芽胞呈椭球形，中生或旁中生；TSA 培养基上培养的菌落呈不规则、光滑或有蛋壳纹理，有时候在低倍显微镜下能观察到中心显彩色。菌落呈奶油色，伴有浅棕色色素扩散到琼脂中。**★生理特性：**最适的生长温度是 30～40℃；最高的生长温度是 50～55℃；最小的生长 pH 是 4.0～5.0；最适的生长 pH 是 7.0～9.0；最大的生长 pH 是 9.5～10.0。**★生化特性：**能水解酪蛋白。API 20E 测试结果表明，V-P 反应为阴性，大多数菌株的明胶水解和硝酸盐还原为阳性（有时弱），不产 H_2S 和吲哚，ONPG 水解、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸盐利用、脲酶及色氨酸脱氨酶为阴性。API 50CH 测试结果表明，能水解七叶苷。能利用下列碳水化合物产酸但不产气：N-乙酰基-D-葡萄糖胺、D-果糖、半乳糖（弱）、D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露糖和 D-海藻糖。利用下列物质产酸的活性因菌株而异（如为阳性反应，也很微弱）：苦杏仁苷、熊果苷、D-纤维二糖、β-异麦芽酮糖、葡萄糖酸盐、甘油、5-酮基-D-葡萄糖酸盐、D-来苏糖、D-甘露醇、核糖、山梨醇、D-木糖。不能利用下列碳水化合物产酸：D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖、L-岩藻糖、糖原、菊糖、2-酮基-D-葡萄糖酸盐、乳糖、D-松三糖、D-蜜二糖、肌醇、甲基-α-D-葡萄糖苷、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-D-木糖苷、棉籽糖、鼠李糖、水杨苷、L-山梨糖、淀粉、白糖、D-己酮糖、D-松二糖、木糖醇、D-

木糖和 L-木糖。模式菌株 LMG 21837^{T}能利用苦杏仁苷（弱）、D-纤维二糖（弱）、β-龙胆（弱）、D-甘露醇（弱）、山梨醇和 D-木糖。**★化学特性：**主要脂肪酸是 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$，分别约占总脂肪酸含量的 44%和 31%。至少占 1%的脂肪酸有：iso-$C_{14:0}$、$C_{14:0}$、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、$C_{16:1\omega11c}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.0 mol%～40.5 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明该菌与最近的种的同源性小于 98%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与亲缘关系最近的种的关联度小于 70%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gaatctttgg  gagcttgctc
61    ccaaaggtta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  cctgcctgta  agactgggat
121   aacttcggga  aaccggagct  aataccggat  aattcatttc  ctctcatgag  gaaatgctga
181   aagacggttt  cggctgtcac  ttacagatgg  gcccgcggcg  cattagctag  ttggtgaggt
241   aacggctcac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga
301   ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttcca  caatggacga
361   aagtctgatg  gagcaacgcc  gcgtgagcga  tgaaggcctt  cgggtcgtaa  agctctgttg
421   ttagggaaga  acaagtaccg  gagtaactgc  cggtaccttg  acggtaccta  accagraagc
481   cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  tggcaagcgt  tgtccggaat
541   tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggtcc  tttaagtctg  atgtgaaagc  ccacggctca
601   accgtggagg  gtcattggaa  actgggggac  ttgagtgcag  aagaggaaag  cggaattcca
661   cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cggctttctg
721   gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag  ataccctggt
781   agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagggggt  ttccgcccct  tagtgctgca
841   gctaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggccgca  aggctgaaac  tcaaaggaat
901   tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc
961   ttaccaggtc  ttgacatcct  ctgacactcc  tagagatagg  acgttcccct  tcgggggaca
1021  gagtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081  gcaacgagcg  caacccttga  tcttagttgc  cagcattcag  ttgggcactc  taaggtgact
1141  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct
1201  gggctacaca  cgtgctacaa  tggatggtac  aaagggtcgc  aaagccgcaa  ggtctagcca
1261  atcccataaa  accattctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca  tgaagccgga
1321  atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc  ttgtacacac
1381  cgcccgtcac  accacgagag  tttgtaacac  ccgaagtcgg  tggggtaacc  gtaaggagcc
1441  agcccgccta  aggtgggaca  gatgattggg  gtgaagtcgt  aacaaggtag  ccgtatcgga
1501  agg
```

150. *Bacillus oceani*（海洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-150。*Bacillus oceani* Liu et al.，2013，sp. nov.（海洋芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SCSIO 04524 = DSM 26213 = KCTC 33077。**★16S rRNA 基因序列号：**KC160501。**★种名释意：***oceani* 为海洋之意，故其中文名称为海洋芽胞杆菌（o.ce.a′ni. L. gen. n. *oceani*，of an ocean，referring to its optimal growth under marine conditions）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SCSIO 04524^{T}是从我国南海 3415 m 深度的深海沉积物中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.76）μm ×（2～4）μm］、革兰氏阳性、

严格好氧、以极性鞭毛运动、单生或链状生长、形成芽胞、端生、胞囊不膨大。**★生理特性：**最适生长温度、NaCl 浓度和 pH 分别为 30℃、3%及 7～8。**★生化特性：**能水解吐温 20、吐温 40、吐温 80；牛奶的凝结和胨化反应为阳性。能还原硝酸盐。过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。不能水解明胶、酪蛋白、淀粉、纤维素和尿素。甲基红和 V-P 反应为阴性。**★化学特性：**主要极性脂质包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甲基乙醇胺、磷脂酰乙醇胺和磷脂酰甘油。主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明该菌与 *Bacillus carboniphilus* JCM 9731^T、*Bacillus endophyticus* 2DT^T 的同源性分别为 94.7%、94.3%。16S rRNA 基因序列如下。

1 actgatacat gcagtcgagc ggacttgatt aaaagcttgc ttttaatcaa gttagcggcg
61 aacgggtgag taacacgtgg gcaacctgcc tgtaagacgg ggataactcc gggaaaccgg
121 ggctaatacc ggatgaaact taagactacc tagtctaaag ttgaaaggtg gctttacgct
181 atcgcttaca gatgggcccg cggcgcatta gctagttggt gaggtaacgg ctcaccaagg
241 cgacgatgcg tagccgacct gagagggtga tcggccacac tgggactgag acacggccca
301 gactcctacg ggaggcagca gtagggaatc ttccgcaatg gacgaaagtc tgacggagca
361 acgccgcgtg agtgaagaag gttttcggat cgtaaagctc tgttgttagg gaagaacaag
421 taccgttcga atagggcggt accgtgacgg tacctaacca gaaagccacg gctaactacg
481 tgccagcagc cgcggtaata cgtaggtggc aagcgttgtc cggaattatt gggcgtaaag
541 cgcgcgcagg cggttcttta agtctgatgt gaaatctcgc ggctcaaccg cgagcggtca
601 ttggaaactg gggaacttga gtgcagaaga ggagagtgga attccacgtg tagcggtgaa
661 atgcgtagag atgtggagga acaccagtgg cgaaggcgac tctctggtct gtaactgacg
721 ctgaggcgcg aaagcgtggg gagcgaacag gattagatac cctggtagtc cacgccgtaa
781 acgatgagtg ctaagtgtta gagggtttcc gccctttagt gctgcagcaa acgcattaag
841 cactccgcct ggggagtacg gtcgcaagac tgaaactcaa aggaattgac ggggacccgc
901 acaagcggtg gagcatgtgg tttaattcga agcaacgcga agaaccttac caggtcttga
961 catccttcgc tacttctaga gatagaaggt tccccttcgg gggacgaagt gacaggtggt
1021 gcatggttgt cgtcagctcg tgtcgtgaga tgttgggtta agtcccgcaa cgagcgcaac
1081 ccttgatctt agttgccagc attcagttgg gcactctaag gtgactgccg gtgacaaacc
1141 ggaggaaggt ggggatgacg tcaaatcatc atgcccctta tgacctgggc tacacacgtg
1201 ctacaatgga tggaacaaag ggcagcgaag ctgcaaagtg aagccaatcc caaaaatcca
1261 ttctcagttc ggattgtagg ctgcaactcg cctacatgaa gccggaatcg ctagtaatcg
1321 cggatcagca tgccgcggtg aatacgttcc cgggtcttgt acacaccgcc cgtcacacca
1381 cgagagtttg taacacccga agtcggtagg gtaactcctt tagggagcca gccgctat

151. *Bacillus oceanisediminis*（海洋沉积芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-151。*Bacillus oceanisediminis* Zhang et al.，2010，sp. nov.（海洋沉积芽胞杆菌）。**★模式菌株：**H2 = CGMCC 1.10115 = JCM 16506。**★16S rRNA 基因序列号：**GQ292772。**★种名释意：***oceanisediminis* 中 *oceanus* 为海洋之意，*sedimen -inis* 为沉积物之意，故其中文名称为海洋沉积芽胞杆菌（L. n. *oceanus*，ocean；L. n. *sedimen -inis*，sediment；N.L. gen. n. *oceanisediminis*，of/from sediment of the ocean）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 H2^T 是从我国南海沉淀物中分离出来的。**★形态特征：**

细胞革兰氏阳性，杆状［（0.6～0.8）μm ×（2～3）μm］，圆末端，常单生或成对，偶尔形成短链状。芽胞椭圆形，次端生、次中生或中生。在 LB 培养基上 37℃生长 1 d 的菌落浅黄色，中央微凸起，光滑，圆形，直径 1～3 mm，边缘不规则，有尖突，老菌落呈假根状。无可扩散色素产生。★**生理特性**：好氧。生长温度是 4～25℃（最适生长温度是 37℃），生长的 pH 是 6～10（最适生长 pH 是 7.0）。能抗氨曲南（30 μg），但对下列物质敏感：溶菌酶（0.005%，w/v）、阿米卡星（30 μg）、阿莫西林+克拉维酸（10 μg）、氨苄西林（10 μg）、头孢噻肟（30 μg）、氯霉素（30 μg）、环丙沙星（5 μg）、克林霉素（2 μg）、红霉素（15 μg）、硫酸庆大霉素（10 μg）、硫酸卡那霉素（30 μg）、美洛西林（75 μg）、氧氟沙星（5 μg）、青霉素 G（10 U）、利福平（5 μg）、链霉素（10 μg）、四环素（30 μg）和硫酸妥布霉素（10 μg）。★**生化特性**：过氧化氢酶、氧化酶、β-半乳糖苷酶和精氨酸双水解酶为阳性，但脂肪酶、苯丙氨酸脱氨酶和脲酶为阴性。能还原硝酸盐，产吲哚，甲基红反应为阳性，但 V-P 和卵黄反应为阴性，不产 H_2S。能水解腺嘌呤、酪蛋白、明胶、淀粉和酪氨酸（弱），不能水解七叶苷和熊果苷。由下列物质产酸：D-葡萄糖、菊糖、糖原、棉籽糖和蔗糖。但不能由下列物质产酸：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、甘油、肌醇、乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、松三糖、蜜二糖、α-L-鼠李糖、D-山梨醇、海藻糖、D-木糖醇或 D-木糖。能利用下列物质作为唯一碳源和能源：纤维二糖、赤藓糖醇、D-葡萄糖、碳源、松三糖、棉籽糖、α-L-鼠李糖、蔗糖、乙酸、甲酸、乳酸、苹果酸、丙酮酸、山梨酸、琥珀酸和酒石酸（弱）。但不能利用下列物质作为唯一碳源和能源：L-阿拉伯糖、D-果糖、蜜二糖、D-核糖、L-山梨糖、D-木糖、苯甲酸、柠檬酸、丙二酸、丙酸或草酸。★**化学特性**：细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸，主要呼吸醌为 MK-7 且极性磷脂含有二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和一种未知氨磷脂。主要脂肪酸（＞2 %）为 iso-$C_{15:0}$、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol、iso-$C_{14:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、组合特征 4（iso-$C_{17:1}$ I and/or anteiso-$C_{17:1}$ B）、iso-$C_{16:1}$ H、iso-$C_{17:1\omega10c}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 $C_{16:1\omega11c}$。★**分子特性**：基因组 DNA 的 G+C 含量为 44.8 mol%。菌株 IAM 12464^T 与 *B. firmus* ATCC 14575^T 的 DNA-DNA 杂交关联度很低（27.5%）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgggagcttg  ctcccggaag  tcagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg  caacctgcct
61    gtaagactgg  gataacttcg  ggaaaccgga  gctaataccg  gataattctt  tccctcacat
121   gagggaaagc  tgaaagatgg  tttcggctat  cacttacaga  tgggcccgcg  gcgcattagc
181   tagttggtga  ggtaacggct  caccaaggca  acgatgcgta  gccgacctga  gagggtgatc
241   ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt
301   ccgcaatgga  cgaaagtctg  acggagcaac  gccgcgtgag  tgatgaaggt  tttcggatcg
361   taaaactctg  ttgttaggga  agaacaagta  ccggagtaac  tgccggtacc  ttgacggtac
421   ctaaccagaa  agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aggtggcaag
481   cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  ttccttaagt  ctgatgtgaa
541   agcccacggc  tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactgggg  aacttgagtg  cagaagagaa
601   gagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga
661   aggcgactct  ttggtctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat
721   tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttagag  ggtttccgcc
781   ctttagtgct  gcagcaaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggcc  gcaaggctga
841   aactcaaagg  aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgaagc
```

901	aacgcgaaga	accttaccag	gtcttgacat	ctcctgacaa	ccctagagat	agggcgttcc
961	ccttcggggg	acaggatgac	aggtggtgca	tggttgtcgt	cagctcgtgt	cgtgagatgt
1021	tgggttaagt	cccgcaacga	gcgcaaccct	tgatcttagt	tgccagcatt	cagttgggca
1081	ctctaaggtg	actgccggtg	acaaaccgga	ggaaggtggg	gatgacgtca	aatcatcatg
1141	ccccttatga	cctgggctac	acacgtgcta	caatggatgg	tacaaagggc	tgcgagaccg
1201	cgaggttaag	cgaatcccat	aaaaccattc	tcagttcgga	ttgcaggctg	caactcgcct
1261	gcatgaagcc	ggaatcgcta	gtaatcgcgg	atcagcatgc	cgcggtgaat	acgttcccgg
1321	gccttgtaca	caccgcccgt	cacaccacga	gagtttgtaa	cacccgaagt	cggtggggta
1381	acctttggag	cca				

152. *Bacillus okhensis*（奥哈芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-152。*Bacillus okhensis* Nowlan et al.，2006，sp. nov.（奥哈芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Kh10-101 = ATCC BAA-1137 = JCM 13040。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ026060。**★种名释意：***adjokhensis* 意为模式菌株分离自印度奥哈港口，故其中文名称为奥哈芽胞杆菌（N.L. masc. *adjokhensis*，pertaining to Port Okha，a port of the Dwarka region in India，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Kh10-101^T 是从印度奥哈港口（22° 15′N，69° 1′E）盐锅附近分离出来的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.8）μm ×（2～3）μm］、严格厌氧、中度耐盐嗜碱、不形成芽胞、对热敏感。菌落形态圆形、扁平、边缘不规则、表面光滑、半透明。**★生理特性：**菌株生长温度是 25～40℃，最适生长温度是 37℃；生长的 pH 是 7～10，最适 pH 是 9；生长的 NaCl 浓度为 0～10%，最适生长 NaCl 浓度为 5%。菌株对林可霉素、甲氧西林、头孢呋辛、头孢氨苄敏感，但对庆大霉素和四环素不敏感。**★生化特性：**能利用 3-甲基葡萄糖、D-果糖、D-果糖-6-磷酸、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-半乳糖醛酸、D-甘露糖、D-阿洛酮糖、D-核糖、D-己酮糖、D-木糖、异麦芽酮糖、乳果糖、L-阿拉伯糖、L-岩藻糖、L-鼠李糖、异麦芽酮糖、松二糖，但不能利用吐温 40 或吐温 80、甘油、甘露醇、蔗糖、腺苷或糊精。能水解酪蛋白、明胶和淀粉；硝酸盐不能被还原；可产生过氧化氢酶。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为（41±1）mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明：菌株 Kh10-101^T 在 *Bacillus* 群中形成了一个明显的分支，属于芽胞杆菌第六种群，这个种群主要包括耐碱菌、嗜碱菌和耐盐菌，菌株 Kh10-101^T 与 *B. krulwichiae* 的同源性为 96%。16S rRNA 基因序列如下。

1	ctcaggacga	acgctggcgg	cgtgcctaat	acatgcaagt	cgagcggact	gattaagagc
61	ttgctcttat	gacgttagcg	gcggacgggt	gagtaacacg	tgggcaacct	gccctgtaga
121	tcgggataac	accgagaaat	cggtgctaat	accgggtaat	atctgagatc	acatgatctt
181	aggttaaaag	atggctccgg	ctatcactac	aggatgggcc	cgcggcgcat	tagctagttg
241	gtaaggtaat	ggcttaccaa	ggcgacgatg	cgtagccgac	ctgagagggt	gatcggccac
301	actgggactg	agacacggcc	cagactccta	cgggaggcag	cagtagggaa	tcttccgcaa
361	tggacgaaag	tctgacggag	caacgccgcg	tgagtgatga	agggtttcgg	ctcgtaaagc
421	tctgttgtta	gggaagaaca	agtatcgttc	gaatagggcg	gtaccttgac	ggtacctaac
481	cagaaagcca	cggctaacta	cgtgccagca	gccgcggtaa	tacgtaggtg	gcaagcgttg
541	tccggaatta	ttgggcgtaa	agcgcgcgca	ggcggtcttt	taagtctgat	gtgaaagccc

601　ccggctcaac　cggggagggt　cattggaaac　tgggagactt　gagtacagaa　gaggagagtg
661　gaattccacg　tgtagcggtg　aaatgcgtag　atatgtggag　gaacaccagt　ggcgaaggcg
721　actctctggt　ctgtaactga　cgctgaggcg　cgaaagcgtg　gggagcaaac　aggattagat
781　accctggtag　tccacgccgt　aaacgatgag　tgctaggtgt　taggggtttc　gatgccctta
841　gtgccgaagt　taacacatta　agcactccgc　ctggggagta　cgaccgcaag　gttgaaactc
901　aaaggaattg　acgggggccc　gcacaagcag　tggagcatgt　ggtttaattc　gaagcaacgc
961　gaagaacctt　accaggtctt　gacatccttt　gaccactcta　gagatagagc　tttccccttc
1021　gggggacaaa　gtgacaggtg　gtgcatggtt　gtcgtcagct　cgtgtcgtga　gatgttgggt
1081　taagtcccgc　aacgagcgca　acccttgatc　ttagttgcca　gcatttagtt　gggcactcta
1141　aggtgactgc　cggtgacaaa　ccggaggaag　gtggggatga　cgtcaaatca　tcatgcccct
1201　tatgacctgg　gctacacacg　tgctacaatg　gatggtacaa　agagcagcga　aaccgcgagg
1261　tcgagccaat　ctcataaagc　cattctcagt　tcggattgta　ggctgcaact　cgcctacatg
1321　aagccggaat　tgctagtaat　cgcggatcag　catgccgcgg　tgaatacgtt　cccgggcctt
1381　gtacacaccg　cccgtcacac　cacgagagtt　tgtaacaccc　gaagtcggtg　gggtaacctt
1441　ttggagccag　ccgcctaagg　tgggaca

153. *Bacillus okuhidensis*（奥飞弹温泉芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-153。*Bacillus okuhidensis* Li et al.，2002，sp. nov.（奥飞弹温泉芽胞杆菌）。**★模式菌株：**GTC 854 = DSM 13666 = JCM 10945。**★16S rRNA 基因序列号：**AB047684。**★种名释意：***okuhidensis* 意为模式菌株分离自日本岐阜的奥飞弹温泉，故其中文名称为奥飞弹温泉芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *okuhidensis*，referring to Okuhida in Gifu，Japan，where the strains were originally isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 GTC 854^T 是从日本奥飞弹热温泉采集的水样中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～1.0）μm ×（5～7）μm］、嗜碱、形成芽胞、椭圆形、端生、以周生鞭毛运动。菌落呈圆形、凹凸有致、光滑、微黄。细胞在指数生长期呈革兰氏阳性，但在生长稳定期呈革兰氏阴性。**★生理特性：**生长温度是 30～60℃，最适生长温度是 45～50℃；生长的 pH 是 6.0～11.0，最适生长 pH 是 10.5；在 10% NaCl 浓度下生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠还原成亚硝酸钠。苯丙氨酸不能脱氨。能水解酪蛋白、淀粉和明胶，不能水解马尿酸、吐温 20、吐温 40 和吐温 60。能利用水杨苷、糖原、肌醇、蜜二糖、异麦芽酮糖、L-阿拉伯糖、山梨醇、松二糖、D-木糖、半乳糖、鼠李糖、乳糖、D-甘露醇、甘油、阿糖醇、N-乙酰葡萄糖胺、木糖醇，但不能利用甘露糖、D-己酮糖、棉籽糖或松三糖。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（43.7%±0.7%）和 anteiso-$C_{15:0}$（25.8%±0.6%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.0 mol%～41.1 mol%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 GTC 854^T 与 *B. alcalophilus* JCM 5262^T 和 *B. pseudalcaliphilus* DSM 8725^T 的关联度低于 22%。16S rRNA 基因序列如下。

1　caagttgagc　ggaccaaagg　gagcttgctc　ctggaggtta　gcggcgaacg　ggtgagtaac
61　acgtgggcaa　cctgcctgga　agactggcat　aacatcgaga　aatcggtgct　aataccggat
121　aataaaaaga　actgcatggt　tcttttttga　aagatggttt　cggctatcac　ttaaagatgg
181　gcccgcggcg　cattagctag　ttggtggggt　aacggctcac　caaggcgacg　atgcgtacga
241　cctgagaggg　tgatccgcca　cactgggact　gagacacggc　ccagactcct　acgggaggca

301 gcagtaggga atcttccgca atggacgaaa gtctgacgga gcaacgccgc gtgagtgatg
361 aaggttttcg gatcgtaaaa ctctgttgtt agggaagaac aagtgccgtt cgaaagggcg
421 gcacctggac ggtacctaac gagaaagcca cggctaacta cgtgccagca gccgcggtaa
481 tacgtaggtg gcaagcgttg tccggaatta ttgggcgtaa agcgcgcgca ggcggtctct
541 taagtctgat gtgaaagccc ccggctcaac cggggagggt cattggaaac tgggagactt
601 gagtacagaa gaggagagtg gaattccacg tgtagcggtg aaatgcgtag agatgtggag
661 gaacaccagt ggcgaaggcg actctctggt ctgtaactga cgctgaggcg cgaaagcgtg
721 ggagcaaaca ggattagata ccctggtagt ccacgccgta aacgatgagt gctaggtgtt
781 aggggtttcg acgcccttag tgccgaagtt aacacattaa gcactccgcc tggggagtac
841 gaccgcaagt tgaaactcaa aggaattgac gggggcccgc acaagcagtg gagcatgtgg
901 tttaattcga agcaacgcga agaaccttac caggtcttga catcctttga ccaccctaga
961 gatagggctt tccccttcgg gggacaaagt gacaggtggt gcatggttgt cgtcagctcg
1021 tgtcgtgaga tgttgggtta agtcccgcaa cgagcgcaag ccttgacctt agttgccagc
1081 attcagttgg gcactctaag gtgactgccg gtgacaaacc ggaggaaggt ggggatgacg
1141 tcaaatcatc atgcccctta tgacctgggc tacacacgtg ctacaatgga tggtacaaag
1201 ggttgcgaag ccgcgaggtt aagccaatcc cagaaagcat tctcagttcg gattgcaggc
1261 tgcaactcgc ctgcatgaag ccggaattgc tagtaatcgc ggatcagcat gccgcggtga
1321 atacgttccc gggccttgta cacaccgccc gtcacaccac gagagtttgt aacacccgaa
1381 gtcggtgggg taaccttttg gagccagccg cctaaggtgg gacagatgat tggggtgaag
1441 tcgtaacaag g

154. *Bacillus oleronius*（蔬菜芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-154。*Bacillus oleronius* Kuhnigk et al.，1996，sp. nov.（蔬菜芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Rt 10 = ATCC 700005 = CIP 104972 = DSM 9356 = LMG 17952。**★16S rRNA 基因序列号：**AY988598。**★种名释意：***oleronius* 意为法国地名，但按照约定俗成原则，其中文名称为蔬菜芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *oleronius*，of Île d'Oléron，France，where the termite host thrives）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Rt 10^T 是从白蚁（*Reticulitermes santonensis* Feytaud）后肠中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.8）μm×（3～10）μm］、革兰氏阴性，形成芽胞、椭球形、次端生、胞囊膨大。TSA 培养基上培养 2 d 后形成的菌落直径约 3 mm、凸起、不透明、边缘啮蚀状至叶状。**★生理特性：**生长温度为 30～50℃，最适温度为 37℃。**★生化特性：**能水解对-硝基苯基-N-乙酰基-α-D-氨基葡萄糖苷和 L-脯氨酸-对硝基苯胺。能利用下列化合物：D-半乳糖、D-来苏糖、L-来苏糖、D-己酮糖、二氨基庚二酸和苯基甘氨酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35.2 mol%～34.7 mol%（HPLC），模式菌株的 G+C 含量为 35.2 mol%。16S rRNA 序列比对结果表明菌株 Rt 10^T 与 *B. lentus* 和 *B. firmus* 的同源性分别为 95.6%和 95.5%。16S rRNA 基因序列如下。

1 tggagagttt gatcctggct caggacgaac gctggcggcg tgcctaatac atgcaagtcg
61 agcgaatctg atgggagctt gctccctgat gattagcggc ggacgggtga gtaacacgtg
121 ggtaacctgc ctgtaagact gggataactc cgggaaaccg gggctaatac cggataactt
181 ttttcttcgc atgagggaga attgaaagat ggcytcggct atcacttaca gatggacccg
241 cggcgcatta gctagttggt gaggtaacgg ctcaccaagg cgacgatgcg tagccgactt

```
301   gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca
361   gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  agtgatgaag
421   gttttcggat  cgtaaaactc  tgttgttagg  gaagaacaag  tatcgttcga  atagggcggt
481   accttgacgg  tacctaacca  gaaagccacg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata
541   cgtaggtggc  aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggtttctta
601   agtctgatgt  gaaatcttgc  ggctcaaccg  caagcggcca  ttggaaactg  ggagacttga
661   gtgcagaaga  ggagagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga
721   acaccagtgg  cgaaggcgac  tctctggtct  gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg
781   gagcgaacag  gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaagtgtta
841   gagggtttcc  gccctttagt  gctgcagcta  acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg
901   gccgcaaggc  tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg
961   tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catcctcttg  acctccctag
1021  agatagggat  ttcccttcgg  ggacaggagt  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg
1081  tgtcgtgaga  tgttgggtta  agtcccgcaa  cgagcgcaac  ccttgacctt  agttgccagc
1141  attcagttgg  gcactctaag  gtgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg
1201  tcaaatcatc  atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatgga  tggtacaaag
1261  ggctgcaaga  ccgcgaggtt  tagccaatcc  cataaaacca  ttctcagttc  ggattgtagg
1321  ctgcaactcg  cctacatgaa  gccggaatcg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg
1381  aatacgttcc  cgggccttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagtttg  taacacccga
1441  agtcggtgag  gtaacctttt  ggagccagcc  gccgaaggtg  ggacagatga  ttggggtgaa
1501  gtcgtaacaa  ggtagccgta  tcggaaggtg  cggytggatc  acctcctt
```

155. *Bacillus oryzaecorticis*（谷壳芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-155。*Bacillus oryzaecorticis* Hong et al.，2014，sp. nov.（谷壳芽胞杆菌）。**★模式菌株：**R1= KACC 17217 = KCCM 90231 = JCM 19602。**★16S rRNA 基因序列号：**KF548480。**★种名释意：***oryzaecorticis* 中 *oryza* 为水稻之意，*cortex* 为谷壳之意，故其中文名称为谷壳芽胞杆菌（o.ry.zae.cor′ti.cis. L. fem. n. *oryza* rice；L. masc. n. *cortex*，bark，husk；N.L. masc. gen. n. *oryzaecorticis* of rice husk）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $R1^T$ 是从稻壳中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状[（0.3～0.5）μm ×（1.5～2.5）μm]、革兰氏阳性、好氧、形成芽胞、球形或椭球形、次端生、胞囊膨大。**★生理特性：**生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～45℃、4.5～10.0 及 0～9%；最适生长温度和 pH 分别是 37℃和 6.0～7.0。细胞对下列抗生素敏感：氨苄西林（10 μg）、氯霉素（30 μg）、红霉素（15 μg）、庆大霉素（30 μg）、新霉素（30 μg）、青霉素 G（10 μg）、链霉素（10 μg）、四环素（30 μg）和万古霉素（30 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。API 20E 试验结果表明：菌株能产 3-羟基丁酮；能利用柠檬酸盐；不产 H_2S 和吲哚；β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶和明胶酶为阴性；不能利用葡萄糖、甘露醇、肌醇、D-山梨糖、鼠李糖、D-蔗糖、蜜二糖、苦杏仁苷和阿拉伯糖。API 20NE 试验结果表明：硝酸盐不能被还原；不产吲哚；精氨酸双水解酶、脲酶和 β-葡萄糖苷酶为阴性；能利用 D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-甘露糖、D-甘露醇、D-麦芽糖、葡萄糖酸钾和苹果酸，不能利用 N-乙酰葡萄糖胺、癸酸、己二酸、柠檬酸三钠和苯乙酸。API 50CH 试验结果表明，能利用

下列碳源：甘油（弱）、L-阿拉伯糖、核糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、甘露醇、苦杏仁苷（弱）、七叶苷、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、淀粉和糖原。不能利用下列碳源：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、D-木糖、L-木糖、核糖醇、甲基-β-木糖苷、半乳糖、L-山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-氨基葡萄糖、N-乙酰氨基葡萄糖、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、乳糖、蜜二糖、菊糖、松三糖、D-棉籽糖、木糖醇、β-异麦芽酮糖、D-松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸和 5-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-5 和 MK-7，各为 50%；细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（48.6%）和 anteiso-$C_{15:0}$（20.6%）；细胞壁肽聚糖类型为 *meso*-二氨基庚二酸；主要极性脂类为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。**★分子特性：**菌株 R1^{T} 与 *B. subtilis* subsp. *subtilis* NCIB 3610^{T}、*B. aquimaris* TF-12^{T} 和 *B. marisflavi* TF-11T 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 96.0%、98.4%和 98.7%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 R1^{T} 与 *B. subtilis* KCTC 1022^{T}、*B. aquimaris* KCTC 3903^{T} 和 *B. marisflavi* KCTC 3906^{T} 的关联度分别为 38%、42%和 32%。16S rRNA 基因序列如下。

1	tcgcatgcag	aagtctgacg	gagcacgccg	cgtgagtgaa	gaaggttttc	ggatcgtaaa
61	actctgttgt	tagggaagaa	caagtgccgt	tcgaataggg	cggcaccttg	acggtaccta
121	accagaaagc	cacggctaac	tacgtgccag	cagccgcggt	aatacgtagg	tggcaagcgt
181	tgtccggaat	tattgggcgt	aaagcgcgcg	caggtggttt	cttaagtctg	atgtgaaagc
241	ccacggctca	accgtggagg	gtcattggaa	actggggaac	ttgagtgcag	aagaggaaag
301	tggaattcca	agtgtagcgg	tgaaatgcgt	agatatttgg	aggaacacca	gtggcgaagg
361	cgactttctg	gtctgtaact	gacactgagg	cgcgaaagcg	tggggagcaa	acaggattag
421	ataccctggt	agtccacgcc	gtaaacgatg	agtgctaagt	gttagagggt	ttccgccctt
481	tagtgctgca	gctaacgcat	taagcactcc	gcctggggag	tacggtcgca	agactgaaac
541	tcaaaggaat	tgacgggggc	ccgcacaagc	ggtggagcat	gtggtttaat	tcgaagcaac
601	gcgaagaacc	ttaccaggtc	ttgacatcct	ctgacaaccc	tagagatagg	gctttcccct
661	tcgggggaca	gagtgacagg	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt	gagatgttgg
721	gttaagtccc	gcaacgagcg	caacccttga	tcttagttgc	cagcattcag	ttgggcactc
781	taagatgact	gccggtgaca	aaccggagga	aggtggggat	gacgtcaaat	catcatgccc
841	cttatgacct	gggctacaca	cgtgctacaa	tggacggtac	aaagggcagc	gagaccgcga
901	ggtttagcca	atcccataaa	accgttctca	gttcggattg	caggctgcaa	ctcgcctgca
961	tgaagctgga	atcgctagta	atcgcggatc	agcatgccgc	ggtgaatacg	ttcccgggcc
1021	ttgtacacac	cgcccgtcac	accacgagag	tttgtaacac	ccgaagtcgg	tgaggtaacc
1081	ttttgagcca	gccgcctaag	gtgacagat			

156. *Bacillus oshimensis*（大岛芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-156。*Bacillus oshimensis* Yumoto et al.，2005，sp. nov.（大岛芽胞杆菌）。**★模式菌株：**K11 = JCM 12663 = NCIMB 14023。**★16S rRNA 基因序列号：**AB188090。**★种名释意：***oshimensis* 意为模式菌株分离自日本北海道大岛，故其中文名称为大岛芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *oshimensis*，pertaining to Oshima，of Oshima，the region were the micro organism was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 K11[T] 是从日本北海道大岛土壤中分离得到的嗜盐兼性嗜碱菌。**★形态特征：**细胞直杆状［（0.7～0.9）μm ×（1.1～4.4）μm］、需氧、不运动、革兰氏阳性。形成芽胞、端生、胞囊不膨大。**★生理特性：**生长 pH 是 7～10，pH 为 10 的生长速率比 pH 为 7 的快。生长的 NaCl 浓度是 0～20%，最适生长的 NaCl 浓度为 7%。在 NaCl 浓度为 0～3%时，生长较弱。生长温度是 13～41℃，pH 为 10 时，最适的生长温度是 28～32℃。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。苯丙氨酸脱氨、硝酸盐还原和 ONPG 水解为阴性。能水解酪蛋白、明胶、淀粉、DNA 和吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80，不能水解七叶苷、支链淀粉和马尿酸。pH 为 10 时，利用下列碳源产酸不产气：D-木糖、核糖、甘油、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、棉籽糖、甘露醇、木糖醇和海藻糖。但不能利用下列碳源产酸：D-阿拉伯糖、D-果糖、蔗糖、肌醇、赤藓糖醇、山梨醇、半乳糖醇、乳糖或纤维二糖。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸是 $C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.8 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       ttttgagagt  taagaatttg  gctcaggacg  aacnctggcg  gcgtgcctna  tacatgcaag
61      tcgagcggac  agaagggagc  ttgctcccgg  acgttancgg  cggacgggtg  agtaacncgt
121     aggtaacctg  ccccttagnc  tgggataact  ccgggaaacc  gganctaatn  cgggataata
181     aagagaatcc  cctgattttn  ttttgaaagn  cggngtntag  ctgtcactaa  gggatgggcc
241     tgcggcgcat  tagctagttg  gtaaggtaac  ggcttaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac
301     ctgagagggt  gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag
361     cagtagggaa  tcttccgcaa  tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgagga
421     aggccttcgg  gtcgtaaagc  tctgttgtga  gggaagaaca  agtaccgggg  taactaccgg
481     taccttgacg  gtacctcacc  agaaagccac  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat
541     acgtaggtgg  caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggcttctt
601     aagtctgatg  tgaaatctcg  gggctcaacc  ccgagcggcc  attggaaact  gggaagcttg
661     agtgcagaag  aggagagtgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  tatgtggagg
721     aacaccagtg  gcgaaggcga  ctctctggtc  tgtaactgac  gctgaggcgc  gaaagcgtgg
781     ggagcaaaca  ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgagt  gctaggtgtt
841     aggggtttcg  atgcccgtag  tgccgaagta  aacacattaa  gcactccgcc  tggggagtac
901     ggccgcaagg  ctgaaactca  aaggaattga  cggggacccg  cacaagcagt  ggagcatgtg
961     gtttaattcg  aagcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg  acatcctttg  accactctgg
1021    agacagagct  tccccttcgg  gggcaaagtg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt
1081    gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttgatctta  gttgccagca
1141    tttagttggg  cactctaagg  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggacgacgt
1201    caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct  acacacgtgc  tacaatggat  ggtacaaagg
1261    gcagcgaaac  cgcgaggtgg  agccaatccc  ataaagccat  tctcagttcg  gattgtaggc
1321    tgcaactcgc  ctacatgaag  ccggaattgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga
1381    atacgttccc  gggtcttgta  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagtttgt  aacacccgaa
1441    gtcggtgagg  taacctttg   gagccag
```

157. *Bacillus pakistanensis*（巴基斯坦芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-157。*Bacillus pakistanensis* Roohi et al.，2014，sp. nov.（巴基斯坦

芽胞杆菌）。**★模式菌株：**NCCP-168 = KCTC 13786 = DSM 24834 = JCM 18975。**★16S rRNA 基因序列号：**AB618147。**★种名释意：***pakistanensis* 意为模式菌株分离自巴基斯坦，故其中文名称为巴基斯坦芽胞杆菌（pa.kis.tan.en′sis. N.L. masc. adj. *pakistanensis* pertaining to Pakistan，where the organism was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NCCP-168^{T}是从巴基斯坦开伯尔-普赫图赫瓦省卡拉克地区收集的盐矿样本中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状（1.9～5.6 μm）、革兰氏阳性、不运动、成对或链状生长（4 个细胞）、有时能观察到丝状生长、形成芽胞、胞囊不膨大、端生。在添加有 3% NaCl 的 TSA 培养基上形成的菌落呈圆形、光滑、灰白色、扁平、不透明。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 10～40℃、5.0～9.0 及 0～17%；最适生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30～35℃、8.0 及 2%～3%。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解明胶和七叶苷。不产 H_2S 和吲哚。不能利用柠檬酸盐。硝酸盐不能被还原。ONPG 和 V-P 反应为阴性。精氨酸双水解酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶、脲酶和色氨酸脱氨酶为阴性。API 20NE 试验结果表明，能利用葡萄糖、甘露糖、N-乙酰氨基葡萄糖、麦芽糖、葡萄糖酸钾和苹果酸盐，不能利用阿拉伯糖、甘露醇、癸酸、己二酸、苯基乙酸和柠檬酸三钠，不能发酵葡萄糖。API 50CH 及 API 20E 试验结果表明，能利用下列化合物产酸：苦杏仁苷、D-纤维二糖、D-果糖、D-甘露糖、D-葡萄糖、D-蔗糖（蔗糖）、D-己酮糖、D-海藻糖、七叶苷、糖原、N-乙酰葡萄糖胺和水杨苷。不能利用下列化合物产酸：D-松二糖、D-阿糖醇、菊糖、D-棉籽糖、阿米登（淀粉）、D-麦芽糖、D-蜜二糖、熊果苷、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、甘油、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、赤藓糖、D-阿拉伯糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、D-乳糖、D-松三糖、木糖醇、D-来苏糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾、5-酮基葡萄糖酸钾。能利用糊精、α-D-葡萄糖、D-甘露糖、D-海藻糖、水苏糖、D-丙氨酰甘氨酸、甘氨酰-L-谷氨酸、甘油和 D-果糖-6-磷酸盐、L-阿拉伯糖（弱）、L-岩藻糖（弱）、D-半乳糖醛酸（弱）、D-丙氨酸（弱）和 L-焦谷氨酸（弱）。下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、酯酶（C8）、酯酶（C4）、亮氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、α-葡萄糖苷酶及 β-半乳糖苷酶（弱）。下列酶活性为阴性：酸性磷酸酶、酯酶（C14）、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酸酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶、α-岩藻糖苷酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、萘酚 AS-BI-磷酸水解酶和胰蛋白酶。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。肽聚糖类型为 A1γ；细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{14:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要极性脂质为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.1 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 NCCP-168^T 与 *B. seohaeanensis* BH724^T 和 *B. subtilis* subsp. *subtilis* NCIB3610^T 的同源性分别为 97.1%和 95.6%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 NCCP-168^T 与 *B. seohaeanensis* KCTC 3913^T、*B. marisflavi* KCTC 3906^T、*B. aquimaris* KCTC 3903^T 和 *B. subtilis* subsp. *subtilis* KCTC 3135^T 的关联度分别为（21±3.2）%、（29±3.2）%、（30±3.5）%和（18±3.0）%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgcaagtcga  gcggactgat  ggggagcttg  ctcccctgac  gtcagcggcg  gacgggtgag
61    taacacgtgg  gtaacctgcc  tgtaagactg  ggataactcc  gggaaaccgg  ggctaatacc
```

```
121     ggatatgtct  tttcctcgca  tgaggagaag  tggaaagatg  gcttcggcta  tcacttacag
181     atggacccgc  ggcgcattag  ctagttggtg  aggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt
241     agccgacctg  agagggtgat  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg
301     gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga
361     gtgaagaagg  ttttcggatc  gtaaagctct  gttgttaggg  aagaacaagt  accgttcgaa
421     tagggcggta  ccttgacggt  acctaaccag  aaagccacgg  ctaactacgt  gccagcagcc
481     gcggtaatac  gtaggtggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc
541     ggtctcttaa  gtctgatgtg  aaagcccacg  gctcaaccgt  ggagggtcat  tggaaactgg
601     gggacttgag  tacagaagag  gaaaagcgga  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga
661     tatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaggcgg  cttttctggt  ctgtaactga  cgctgaggcg
721     cgaaagcgtg  gggagcaaac  aggattagat  accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgag
781     tgctaagtgt  tagagggttt  ccgcccttta  gtgctgcagc  taacgcatta  agcactccgc
841     ctggggagta  cggtcgcaag  actgaaactc  aaaggaattg  acgggggccc  gcacaagcgg
901     tggagcatgt  ggtttaattc  gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt  gacatcctct
961     gctactccta  gagataggag  gttccccttc  gggggacaga  gtgacaggtg  gtgcatggtt
1021    gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgatc
1081    ttagttgcca  gcattaagtt  gggcactcta  aggtgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag
1141    gtggggatga  cgtcaaatca  tcatgcccct  tatgacctgg  gctacacacg  tgctacaatg
1201    gatggtacaa  agggcagcaa  gaccgcgagg  tttagccaat  cccataaaac  cattctcagt
1261    tcggattgca  ggctgcaact  cgcctgcatg  aagccggaat  cgctagtaat  cgcggatcag
1321    catgccgcgg  tgaatacgtt  cccgggcctt  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtt
1381    tgtaacaccc  gaagtcggtg  aggtaacctt  t
```

158. *Bacillus panacisoli*（人参土壤芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-158。*Bacillus panacisoli* Choi et al.，2014，sp. nov.（人参土壤芽胞杆菌）**★模式菌株：**CJ32 = KACC 17503 = JCM 19226。**★16S rRNA 基因序列号：**JQ806742。**★种名释意：***panacisoli* 中 *panax -acis* 为人参学名，*soli* 为土壤之意，故其中文名称为人参土壤芽胞杆菌（pa.na.ci.so′li. N.L. n. *panax -acis* scientific name of ginseng；L. gen. n. *soli* of soil；N.L. gen. n. *panacisoli* of soil of a ginseng field，the source of isolation of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $CJ32^T$ 是从韩国锦山人参土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.7）μm ×（1.8～2.0）μm］、革兰氏阳性、兼性厌氧，形成芽胞、椭球形、中生、胞囊膨大。NA 培养基上 30℃培养 3 d 后形成的菌落呈圆形、米色、边缘整齐。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～50℃、6.0～9.0 及 1%～3%；最适生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30℃、7.0 及 2%。菌株在 LB、TSA 和 MA 培养基上均能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐被还原成亚硝酸盐。能水解 DNA、七叶苷和明胶（弱），不能水解酪蛋白。不产吲哚，V-P 反应为阴性。酸性磷酸酶、碱性磷酸酶、α-糜蛋白酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、α-岩藻糖苷酶、β-半乳糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶为阳性，脲酶、酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳

基酰胺酶、胰蛋白酶和 N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶为阴性。能利用下列化合物：糊精、吐温 40、乙酰基葡萄糖胺、己二酸、苦杏仁苷、熊果苷、纤维二糖、D-果糖、异麦芽酮糖、α-D-葡萄糖、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露醇、D-甘露糖、甲基-α-D-半乳糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、甲基-β-D-葡萄糖苷、甲基-α-D-甘露糖苷、D-核糖、水杨苷、D-山梨醇、海藻糖、松二糖、D-木糖、α-酮戊二酸、甲基丙酮酸盐、L-丙氨酰胺、甘油、腺苷、2′-脱氧腺苷、次黄嘌呤、胸腺嘧啶和尿嘧啶。利用下列化合物能产酸：L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、甲基-β-D-木糖苷、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、甘露醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰氨基葡萄糖、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、异麦芽酮糖、松二糖、D-来苏糖和 L-岩藻糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。极性脂质包括磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和几个待定脂类，包括磷脂、氨基酸脂质和磷脂氨基酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35.1 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 CJ32^T 与 *B. graminis* YC6957^T 和 *B. lentus* IAM 12466^T 的同源性分别为 97.3% 和 97.1%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 CJ32^T 与 *B. graminis* KACC 13779^T 和 *B. lentus* KACC 10930^T 的关联度分别为 31.3%和 30.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      acatgcaagt  cgagcggact  tttgggagct  tgctcccaaa  agttagcggc  ggacgggtga
61     gtaacacgtg  ggcaacctgc  ctgtaagact  gggataactt  cgggaaaccg  gagctaatac
121    cggataactt  cttttctcgc  atgaggagag  gttgaaagat  ggtttcggct  atcacttaca
181    gatgggcccg  cggcgcatta  gctagttggt  gaggtaacgg  ctcaccaagg  caacgatgcg
241    tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg
301    ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg
361    agtgatgaag  gttttcggat  cgtaaaactc  tgttatcagg  gaagaacaag  tatcggagta
421    actgccggta  ccgtgacggt  acctgaccag  aaagccacgg  ctaactacgt  gccagcagcc
481    gcggtaatac  gtaggtggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc
541    ggtttcttaa  gtctgatgtg  aaatctcgcg  gctcaaccgt  gagcggtcat  tggaaactgg
601    gaaacttgag  tgcagaagag  aagagcggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga
661    tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcggct  ctttggtctg  taactgacgc  tgaggcgcga
721    aagcgtgggg  agcgaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc
781    taagtgttag  agggtttccg  ccctttagtg  ctgcagctaa  cgcattaagc  actccgcctg
841    gggagtacgg  ccgcaaggct  gaaactcaaa  ggaattgacg  gggcccgca   caagcggtgg
901    agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atcccgctga
961    ccggcctaga  gataggtctt  ccccttcggg  ggcagcggtg  acaggtggtg  catggttgtc
1021   gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttgacctta
1081   gttgccagca  ttcagttggg  cactctaagg  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg
1141   gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct  acacacgtgc  tacaatggat
1201   ggtacaaagg  gttgccagac  cgcgaggttg  agctaatccc  ataaaaccat  tctcagttcg
1261   gattgcaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag  ccggaatcgc  tagtaatcgc  ggatcagcat
1321   gccgcggtga  atacgttccc  gggccttgta  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagtttgt
1381   aacacccgaa  gtcggtgggg  taacccttac  gggagccagc  cgccgaaggt  gggacagatg
1441   attggggtga  agtcgtaaaa  g
```

159. *Bacillus panaciterrae*（人参地块芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-159。*Bacillus panaciterrae* Ten et al.，2006，sp. nov.（人参地块芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Gsoil 1517 = CCUG 52470 = KCTC 13929 = LMG 23408。**★16S rRNA 基因序列号：**AB245380。**★种名释意：***panaciterrae* 中 *panax -acis* 为人参学名，*terra* 为土壤之意，故其中文名称为人参地块芽胞杆菌（N.L. n. *panax -acis*，scientific name for ginseng；L. n. *terra*，soil；N.L. gen. n. *panaciterrae*，of soil of a ginseng field）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Gsoil 1517^T 是从韩国抱川省产人参地区的土样中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状 [（0.5～0.8）μm ×（3.0～5.0）μm]、革兰氏阳性、不运动单独或链状存在。形成芽胞、中生、胞囊膨大。**★生理特性：**生长温度是 20～45℃，最适生长温度是 30℃。最小的生长 pH 是 5.0～5.5，最适的生长 pH 是 6.5～7.0，最高的生长 pH 是 8.0～8.5。可耐浓度为 1%（w/v）的 NaCl，在浓度为 2%时无法生长。在 TSA 培养基上能生长，但在 MacConkey 琼脂培养基上不能生长。**★生化特性：**能够水解几丁质，但不能水解淀粉、纤维素、DNA、橄榄油或木聚糖。能利用下列物质生长：D-葡萄糖、D-果糖、L-木糖、N-乙酰葡萄糖胺、丙酮酸盐、乙酸盐、3-羟基丁酸酯、戊酸酯、延胡索酸盐、水杨苷、柠檬酸盐、乳酸盐、苹果酸盐、琥珀酸盐、酒石酸盐、蔗糖、D-海藻糖、葡萄糖酸钙、肌醇（弱）、D-甘露醇、木糖醇、甘油、菊糖、L-丙氨酸、L-精氨酸、L-天冬酰胺、L-天冬氨酸、L-谷氨酸、L-谷氨酰胺、L-组氨酸和 L-脯氨酸。不能利用下列物质生长：D-半乳糖、D-甘露糖、D-岩藻糖、乙醇、L-鼠李糖、L-山梨糖、D-阿拉伯糖和 L-阿拉伯糖、D-来苏糖、D-核糖、D-木糖、甲酸盐、丙酸盐、癸酸盐、马来酸、苯乙酸、苯甲酸甲酯、3-羟基苯甲酸、4-羟基苯甲酸酯、丙二酸二乙酯、戊二酸、衣康酸、己二酸酯、辛二酸盐、草酸盐、D-纤维二糖、D-乳糖、D-麦芽糖、D-蜜二糖、D-棉籽糖、D-核糖醇、半乳糖醇、D-山梨醇、苦杏仁苷、甲醇、糖原、葡聚糖、L-半胱氨酸、甘氨酸、L-异亮氨酸、L-亮氨酸、L-赖氨酸、L-苏氨酸、L-甲硫氨酸、L-苯丙氨酸、L-丝氨酸、L-色氨酸、L-酪氨酸和 L-缬氨酸。API 20E 研究结果显示：β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶、吲哚生产、H_2S 生产、脲酶生产和 V-P 反应为阴性。不能利用下列碳源产酸：L-阿拉伯糖、D-甘露醇、肌醇、D-山梨醇、L-鼠李糖、蔗糖、D-蜜二糖、D-葡萄糖和苦杏仁苷。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸是 iso-$C_{15:0}$（42.4%）、anteiso-$C_{15:0}$（17.4%）、iso-$C_{14:0}$（9.7%）和 $C_{16:0}$（6.0%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 47.8 mol%。16S rRNA 序列分析显示菌株 Gsoil 1517^T 与菌株 *B. funiculus* JCM 11201^T 的序列同源性为 96.8%。与芽胞杆菌属其他菌株的同源性低于 94.3%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tggctcagga  tgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcga  acctcttcgg
61    aggttagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggtaacctg  cctgtaagac  tgggataact
121   tcgggaaacc  gaagctaata  ccggatactt  ttttgagtcg  catgactcga  aatggaaaga
181   cggcttcggc  tgtcacttac  agatggaccc  gcgtcgcatt  agctagttgg  tgaggtaacg
241   gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca  ctgggactga
301   gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttcggcaat  gggcgaaagc
361   ctgaccgagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggctttcggg  tcgtaaaact  ctgttgttag
```

```
421   ggaagaacaa  gtacgagagt  aactgctcgt  accttgacgg  tacctaacca  gaaagccacg
481   gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtaggtggc  gagcgttatc  cggaattatt
541   gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggttcctta  agtctgatgt  gaaagcccac  ggctcaaccg
601   tggagggtca  ttggaaactg  gggaacttga  gtgcagaaga  gaagagcgga  attccacgtg
661   tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcggc  tctttggtct
721   gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc
781   cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaagtgtta  gagggtttcc  gccctttagt  gctgaagtta
841   acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggc  tgaaactcaa  aggaattgac
901   gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac
961   caggtcttga  catcctctga  caaccctaga  gatagggctt  tcccttcggg  gacagagtga
1021  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg
1081  agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcat  tcagttgggc  actctaaggt  gactgccggt
1141  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta
1201  cacacgtgct  acaatggaca  atacaaaggg  ttgcaagacc  gcgaggtgga  gctaatccca
1261  taaaattgtt  ctcagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagc  cggaatcgct
1321  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg
1381  tcacaccacg  agagtttgta  acacccgaag  tcggtggggt  aaccgtaagg  agccagccgc
1441  ctaaggtggg  acagatgatt  ggggtgaagt  cgtaac
```

160. *Bacillus paraflexus*（副弯曲芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-160。*Bacillus paraflexus* Chandna et al.，2013，sp. nov.（副弯曲芽胞杆菌）。**★模式菌株：**RC2 = MTCC 9831 = MCC 2100 = KCTC 13724 = CCM 7754。**★16S rRNA 基因序列号：**FN999943。**★种名释意：***paraflexus* 中 *para* 为接近之意，*flexus* 为易弯曲之意，该种与 *Bacillus flexus* 的亲缘关系最近，故其中文名称为副弯曲芽胞杆菌（pa.ra.fle′xus. Gr. prep. *para* beside，alongside，near，like；L. masc. adj. *flexus* flexible，and also a specific epithet；N.L. masc. adj. *paraflexus* near *Bacillus flexus*）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 RC2^T 是从印度新德里的德里大学南校区堆肥中分离得到的。**★形态特征：**细胞圆杆状（1～2 μm）、革兰氏阳性、单生或成对生长、可运动、好氧、耐盐，形成芽胞、椭圆形、胞囊膨大、中生。NA 培养基上 30℃培养形成的菌落呈椭圆形、半透明、边缘规则、凸起、无色素。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～42℃、5～11 及 2%～10%；生长的最适温度和 pH 分别是 30℃、7.0。在 0.001%溶菌酶中菌株不能生长。对下列抗生素敏感：链霉素（10 μg）、四环素（10 μg）、克林霉素（10 μg）、林可霉素（10 μg）、头孢拉定（25 μg）、红霉素（10 μg）、万古霉素（10 μg）、夫西地酸（10 μg）、头孢噻肟（10 μg）和左氧氟沙星（5 μg）。耐下列抗生素：卡那霉素（5 μg）、氯霉素（10 μg）、竹桃霉素（15 μg）、新生霉素（30 μg）、杆菌肽（10 μg）和多黏菌素 B（30 μg）。**★生化特性：**能水解酪蛋白、吐温 100、明胶和淀粉，不能水解吐温 20、吐温 40、吐温 60、吐温 80、七叶苷和尿素。过氧化氢酶和脲酶为阳性，氧化酶为阴性。V-P 反应为阴性，甲基红反应为阳性。硝酸盐不能被还原，不产 H_2S 和吲哚。利用下列化合物产酸：D-葡萄糖、蔗糖、果糖、棉籽糖、鸟氨酸、水杨苷、海藻糖、蜜二糖、ONPG 和赖氨酸。不能利用下列化合物产酸：乳糖、D-半乳糖、甘露糖、鼠李糖、

甘露醇、丙二酸盐、纤维二糖、松三糖、木糖醇、木糖、山梨糖、D-阿拉伯糖、核糖醇、阿糖醇、山梨醇、肌醇、菊糖、甘油、葡萄糖胺、半乳糖醇、核糖、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、麦芽三糖、水杨苷、L-赖氨酸、糖原、甲基 D-木糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、埃尔曼试剂、甘氨酸、异麦芽酮糖、环糊精、D-己酮糖、支链淀粉、苦杏仁苷和 N-乙酰-D-葡萄糖胺。不能利用腐胺，色氨酸脱氨酶为阴性。葡萄糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-吡喃半乳糖苷酶、α-葡萄糖醛酸酶和酪氨酸芳基酰胺为阳性，β-木糖苷酶、L-天冬氨酸芳基酰胺酶、L-脯氨酸芳基酰胺酶、L-吡咯烷酮基芳基酰胺酶、丙氨酸芳基酰胺酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、β-甘露糖苷酶、精氨酸双水解酶、2-丙氨酸芳基酰胺酶、L-天冬氨酸芳基酰胺酶、α-葡萄糖醛酸糖苷酶、β-葡萄糖醛酸糖苷酶、亮氨酸芳基酰胺酶、磷酸酶和磷脂酰肌醇磷脂酶 C 为阴性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。极性脂质包括磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.6 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 IFO 15715^T 与 *B. flexus* IFO 15715^T 的同源性为 98.1%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 RC2^T 与 *B. flexus* DSM 1320^T 的关联度为 54.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ttacgctcgt  agtcgcgcgg  ttgcaggtag  ttgagcgaac  tgattagaag  cttgcttcta
61     tgacgttagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggcaacc  tgcctgtaag  actgggataa
121    ctccgggaaa  ccggagctaa  taccggataa  cattttctct  tgcataagag  aaaattgaaa
181    gatggtttcg  gctatcactt  acagatgggc  ccgcggtgca  ttagctagtt  ggtgaggtaa
241    cggctcacca  aggcaacgat  gcatagccga  cctgagaggg  tgatcggcca  cactgggact
301    gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca  atggacgaaa
361    gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgagtgatg  aaggctttcg  ggtcgtaaaa  ctctgttgtt
421    agggaagaac  aagtacaaga  gtaactgctt  gtaccttgac  ggtacctaac  cagaaagcca
481    cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtaggtg  gcaagcgtta  tccggaatta
541    ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggtttct  taagtctgat  gtgaaagccc  acggctcaac
601    tgtgagggtc  attggaaact  ggggaacttg  agtgcagaag  agaaagcgga  ctccacgtgt
661    agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtgaggaca  ccagtgcgaa  gcggcttttg  gtctgtaact
721    gacgctgagg  ccgaagctgg  gagcaaacag  gattaaatac  cctgtagtcc  acgcgtaaac
781    gatgagtgct  aagtgttaga  gggtttccgc  cctttagtgc  tgcagctaac  gcattaagca
841    ctccgcctgg  ggagtacggt  cgcaagactg  aaactcaaag  gaattgacgg  gggcccgcac
901    aagcggtgga  gcatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag  aacctaccag  gtcttgacat
961    cctctgacaa  ctctagagat  agagcgttcc  ctttcggggg  acagagtgac  aggtggtgca
1021   tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tggtttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct
1081   tgatcttagt  tgccagcatt  tagttgggca  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga
1141   ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta
1201   caatggatgg  tacaaagggc  tgcaagaccg  cgaggtcaag  ccaatcccat  aaaaccattc
1261   tcagttcgga  ttgtaggctg  caactcgcct  acatgaagct  ggaatcgcta  gtaatcgcgg
1321   atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga
1381   gagtttgtaa  cacccgaagt  cggtggggt
```

161. *Bacillus patagoniensis*（巴塔哥尼亚芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-161。*Bacillus patagoniensis* Olivera et al.，2005，sp. nov.（巴塔哥尼

亚芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PAT 05 = ATCC BAA-965 = DSM 16117。**★16S rRNA 基因序列号：**AY258614。**★种名释意：***patagoniensis* 意为模式菌株分离自阿根廷巴塔哥尼亚，故其中文名称为巴塔哥尼亚芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *patagoniensis*，pertaining to Patagonia，Argentina，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PAT 05^{T} 是从阿根廷巴塔哥尼亚东北部的多年生灌木根际土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（2.4～3.2）μm ×（0.8～1.1）μm］、革兰氏阳性、好氧、形成芽胞、以周生鞭毛运动、单独或成对或链状存在。菌落呈奶油白色。**★生理特性：**生长 pH 是 7～10，最适生长 pH 为 8；生长温度是 5～40℃，生长盐浓度为 15% NaCl。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶为阳性。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。能水解酪蛋白、明胶、淀粉、吐温 20、吐温 40、吐温 60，但不能水解吐温 80 和 4-甲基伞形基-β-D-葡萄糖醛酸苷。苯丙氨酸不能脱氨。能利用甘油、D-核糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、L-鼠李糖、D-甘露醇、D-山梨醇、N-乙酰基水杨苷、D-纤维二糖、D-麦芽糖、蔗糖、D-海藻糖、D-棉籽糖、异麦芽酮糖、D-松二糖和 2-酮基葡萄糖酸钾，但不能利用 D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、D-半乳糖、L-山梨糖、肌醇、淀粉、木糖醇、D-来苏糖、D-阿糖醇或葡萄糖酸。不能利用下列碳源产酸产气：甘油、D-葡萄糖、D-甘露醇、D-山梨醇、D-麦芽糖、D-核糖、D-棉籽糖及 D-纤维二糖。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.7 mol%，菌株的 16S rRNA 序列分析显示，与 *Bacillus* sp. DSM 8714 的同源性最高为 99.6%，DNA-DNA 杂交实验证明菌株与 *Bacillus* sp. DSM 8714 的关联度为 88.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct ggcggcatgc ctaatacatg caagtcgagc ggacggaagg gagcttgctc
61    ccggaagtca gcggcggacg ggtgagtaac acgtgggcaa cctgcccctt agactgggat
121   aacttcggga aaccgaagct aataccggat aacacttttt ccctcctggg agaaagttaa
181   aagatggcct ttgtgctatc actaggggat gggcccgcgg cgcattagct agttggtaag
241   gtaatggctt accaaggcga cgatgcgtag ccgacctgag agggtgatcg gccacactgg
301   gactgagaca cggcccagac tcctacggga ggcagcagta gggaatcttc cgcaatggac
361   gaaagtctga cggagcaatg ccgcgtgagt gaggaaggcc ttcgggtcgt aaagctctgt
421   tgtgagggaa gaacaagtat cggttgaata agccggtacc ttgacggtac ctcaccagaa
481   agccacggct aactacgtgc cagcagccgc ggtaatacgt aggtggcaag cgttgtccgg
541   aattattggg cgtaaagcgc gcgcaggcgg cttcttaagt ctgatgtgaa atctcggggc
601   tcaaccccga gcggccattg gaaactggga agcttgagtg cagaagagga gagtggaatt
661   ccacgtgtag cggtgaaatg cgtagatatg tggaggaaca ccagtggcga aggcgactct
721   ctggtctgta actgacgctg aggcgcgaaa gcgtggggag caaacaggat tagataccct
781   ggtagtccac gccgtaaacg atgagtgcta ggtgttaggg gtttcgatgc ccgtagtgcc
841   gaagtaaaca cattaagcac tccgcctggg gagtacgacc gcaaggttga aactcaaagg
901   aattgacggg gacccgcaca agcagtggag catgtggttt aattcgaagc aacgcgaaga
961   accttaccag gtcttgacat cctttgacca ctctggagac agagcttccc cttcgggggc
1021  aaagtgacag gtggtgcatg gttgtcgtca gctcgtgtcg tgagatgttg ggttaagtcc
1081  cgcaacgagc gcaacccttg atcttagttg ccagcattta gttgggcact ctaaggtgac
1141  tgccggtgac aaaccggagg aaggtgggga cgacgtcaaa tcatcatgcc ccttatgacc
1201  tgggctacac acgtgctaca atggatggta caaagggttg cgaagccgcg aggtgaagcc
1261  aatcccataa agccattctc agttcggatt gtaggctgca actcgcctac atgaagccgg
```

1321　aattgctagt　aatcgcggat　cagcatgccg　cggtgaatac　gttcccgggt　cttgtacaca
1381　ccgcccgtca　caccacgaga　gt

162. *Bacillus persicus*（波斯芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-162。*Bacillus persicus* Didari et al.，2013，sp. nov.（波斯芽胞杆菌）。★模式菌株：B48 = IBRC-M 10115 = DSM 25386= CECT 8001。★16S rRNA 基因序列号：HQ433471。★种名释意：*persicus* 为波斯（伊朗旧称）之意，菌株是从波斯分离的，故中文名称为波斯芽胞杆菌（per′si.cus. L. masc. adj. *persicus*，Persian，pertaining to Persia（Iran），from where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $B48^T$ 是从伊朗波斯高盐度湖泊周围土壤中分离得到的。★形态特征：细胞杆状［（0.4～0.7）μm ×（3.0～8.0）μm］、革兰氏阳性、不运动、严格好氧、形成芽胞、椭球形、中生、胞囊膨大。MSNA 培养基上 35℃培养 48 h 后形成的菌落直径约 4 mm、呈白色、不规则、扁平。★生理特性：生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 10～45℃、6.0～9.0 和 0.5%～10%；最适生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 35℃、7.5～8.0 和 2.5%。对下列抗生素敏感：阿米卡星（30 μg）、阿莫西林（30 μg）、杆菌肽（10 U）、羧苄西林（100 μg）、庆大霉素（30 μg）、呋喃妥因（300 μg）、四环素（30 μg）和利福平（5 μg）。抗下列抗生素：阿米卡星（30 μg），妥布霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）和多黏菌素 B（100 U）。★生化特性：过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80，不能水解酪蛋白、明胶、DNA 和淀粉。能还原硝酸盐，不产吲哚，产 H_2S，甲基红和 V-P 反应为阴性。脲酶、β-半乳糖苷酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶和苯丙氨酸脱氨酶为阴性。能利用下列化合物产酸：D-葡萄糖、D-果糖、半乳糖、乳糖、蔗糖、麦芽糖、D-甘露醇和核糖。能利用下列化合物为唯一碳源和能源：D-葡萄糖、D-核糖、蔗糖、甘露醇、D-果糖、麦芽糖、海藻糖、木糖、甘油和丙氨酸。不能利用下列化合物为唯一碳源和能源：阿拉伯糖、纤维二糖、半乳糖、D-甘露糖、蜜二糖、棉籽糖、淀粉、甘氨酸、L-天冬酰胺、L-天冬氨酸、L-精氨酸、半胱氨酸、L-组氨酸、亮氨酸、甲硫氨酸、苯丙氨酸、脯氨酸、半胱氨酸、酪氨酸和缬氨酸。★化学特性：主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。极性脂质包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、氨基磷脂和两种未知磷脂。主要呼吸醌为 MK-7。肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 40.1 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 $B48^T$ 与 *B. foraminis* $CV53^T$ 和 *B. purgationiresistens* $DS22^T$ 的同源性分别为 97.4%和 96.9%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 $B48^T$ 与 *B. foraminis* IBRC-M 10625^T 的关联度为 8.1%。16S rRNA 基因序列如下。

1　agagtttgat　catggctcag　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc
61　ggattgatgg　gagcttgctc　cctgatgtta　gcggcggacg　ggtgagtaac　acgtgggcaa
121　cctgcctgta　agactgggat　aactccggga　aaccggggct　aataccggat　aattcatttc
181　ctctcatgag　ggaatgctga　aagacggttt　cggctgtcac　ttacagatgg　gcccgcggcg
241　cattagctag　ttggtgaggt　aacggctcac　caaggcaacg　atgcgtagcc　gacctgagag
301　ggtgatcggc　cacactggga　ctgagacacg　gcccagactc　ctacgggagg　cagcagtagg
361　gaatcttccg　caatggacga　aagtctgacg　gagcaacgcc　gcgtgagcga　tgaaggcctt

```
421   cgggtcgtaa   agctctgttg   ttagggaaga   acaagtatcg   gagtaactgc   cggtaccttg
481   acggtaccta   accagaaagc   cacggctaac   tacgtgccag   cagccgcggt   aatacgtagg
541   tggcaagcgt   tgtccggaat   tattgggcgt   aaagcgcgcg   caggtggttc   cttaagtctg
601   atgtgaaagc   ccacggctca   accgtggagg   gtcattggaa   actggggaac   ttgagtgcag
661   aagaggaaag   tggaattcca   cgtgtagcgg   tgaaatgcgt   agagatgtgg   aggaacacca
721   gtggcgaagg   cgactttctg   gtctgtaact   gacactgagg   cgcgaaagcg   tggggagcga
781   acaggattag   ataccctggt   agtccacgcc   gtaaacgatg   agtgctaagt   gttagagggt
841   ttccgccctt   tagtgctgca   gcaaacgcat   taagcactcc   gcctggggag   tacggccgca
901   aggctgaaac   tcaaaggaat   tgacgggggc   ccgcacaagc   ggtggagcat   gtggtttaat
961   tcgaagcaac   gcgaagaacc   ttaccaggtc   ttgacatcct   ctgacaactc   tggagacaga
1021  gcgttcccct   tcgggggaca   gagtgacagg   tggtgcatgg   ttgtcgtcag   ctcgtgtcgt
1081  gagatgttgg   gttaagtccc   gcaacgagcg   caacccttga   tcttagttgc   cagcattcag
1141  ttgggcactc   taaggtgact   gccggtgaca   aaccggagga   aggtggggat   gacgtcaaat
1201  catcatgccc   cttatgacct   gggctacaca   cgtgctacaa   tggatagaac   aaagggcagc
1261  aaaaccgcga   ggtcaagcaa   atcccataaa   tctattctca   gttcggattg   caggctgcaa
1321  ctcgcctgca   tgaagccgga   atcgctagta   atcgcggatc   agcatgccgc   ggtgaatacg
1381  ttcccgggcc   ttgtacacac   cgcccgtcac   accacgagag   tttgtaacac   ccgaagtcgg
1441  tggggtaacc   tttatggg
```

163. *Bacillus pervagus*（游荡芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-163。*Bacillus pervagus* Kosowski et al.，2014，sp. nov.（游荡芽胞杆菌）。**★模式菌株：**8-4-E12 = DSM 23947 = LMG 27601。**★16S rRNA 基因序列号：**HF952773。**★种名释意：***pervagus* 为游荡之意，故其中文名称为游荡芽胞杆菌（per.va′gus. L. masc. adj. *pervagus* wandering，referring to the swarming behaviour of cells on the surface of nutrient agar plates）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 8-4-E12^T 是从德国的生物垃圾堆肥反应器中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.8～1.3）μm×（2.0～3.4）μm］、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动、单生或成对或短链状生长、形成芽胞、中生或次端生、胞囊不膨大。NA 培养基上 30～45℃培养形成的菌落不透明、呈奶油白色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 20～50℃、5～9 和 2%～7%；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 45℃、8 和 2%；在温度为 16℃或 55℃，NaCl 浓度为 10%时菌株不能生长。厌氧条件下菌株不能生长。**★生化特性：**氧化酶为阳性，过氧化氢酶为弱阳性。硝酸盐能被还原，不产吲哚和 3-羟基丁酮。不能水解淀粉、酪蛋白和明胶，水解七叶苷和 PNPG 活性弱，能水解邻 *o*-NP β-D-半乳糖苷、*p*-NP β-D-葡萄糖醛酸，*p*-NP α-D-吡喃葡萄糖苷、*p*-NP β-D-吡喃木糖苷、*p*-NP 磷酸、*p*-NP 苯基磷酸、*p*-NP 磷酰胆碱、2-脱氧胸苷-5′-*p*-NP 磷酸盐，L-丙氨酸 *p*-NA、L-脯氨酸 *p*-NA 和 L-谷氨酸 3-羧基 -*p*-NA。利用糖类化合物不产酸，能利用甘油、L-苹果酸、丙酮酸或 20 种氨基酸的混合物为唯一碳源。利用下列化合物为唯一碳源和能源反应弱：乙酯、DL-3-羟基丁酸、葡萄糖酸、L-丙氨酸和 L-天冬氨酸。不能利用下列化合物为唯一碳源：N-乙酰-D-半乳糖胺、N-乙酰-D-葡萄糖胺、L-阿拉伯糖、对-熊果苷、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、麦芽糖、蜜二糖、L-

鼠李糖、D-核糖、蔗糖、水杨苷、海藻糖、D-木糖、核糖醇、肌醇、麦芽糖醇、D-甘露醇、D-山梨醇、腐胺、丙酸盐、顺式-乌头酸和反式-乌头酸、己二酸酯、4-氨基丁酸、壬二酸酯、柠檬酸盐、延胡索酸盐、戊二酸盐、衣康酸、DL-乳酸、中康酸、戊二酸、辛二酸盐、β-丙氨酸、L-组氨酸、L-亮氨酸、L-鸟氨酸、L-苯丙氨酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸、L-色氨酸、3-羟基苯甲酸、4-羟基苯甲酸和苯乙酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要极性脂质为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.1 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 8-4-E12^T 与 *B. shackletonii*、*B. acidicola*、*B. sporothermodurans* 和 *B. oleronius* 的同源性分别为 96.4%、96.3%、96.0%和 95.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      cgctggcggc  gtgcctaata  catgcaagtc  gagcgaacca  attaagaagc  ttgctttttg
61     attggttagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggtaacc  tgcctgtaag  actgggataa
121    ctccgggaaa  ccggggctaa  taccggataa  ttcctttctt  cgcatgaagg  aagattgaaa
181    gatggcttcg  gctatcactt  acagatggac  ccgcggcgca  ttagctagtt  ggtaaggtaa
241    cggcttacca  aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca  cactgggact
301    gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca  atggacgaaa
361    gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgagcgaag  aaggtcttcg  gatcgtaaag  ctctgttgtt
421    agggaagaac  aagtaccgtt  caaatagggc  ggtaccttga  cggtacctaa  ccagaaagcc
481    acggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggt  ggcaagcgtt  gtccggattt
541    attgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggtttc  ttaagtctga  tgtgaaagcc  cacggctcaa
601    ccgtggaggg  tcattggaaa  ctgggagact  tgaggacaga  agaggagagt  ggaattccac
661    gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc  gactctctgg
721    tctgtaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcgaa  caggattaga  taccctggta
781    gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaagtg  ttagagggtt  tccgcccttt  agtgctgcag
841    ctaacgcatt  aagcactccg  cctggggagt  acggtcgcaa  gactgaaact  caaaggaatt
901    gacggggacc  cgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt  cgaagcaacg  cgaagaacct
961    taccaggtct  tgacatcctt  ttgccttccc  tagagatagg  gatttccctt  cggggacaaa
1021   agtgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg  ttaagtcccg
1081   caacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc  agcatttagt  tgggcactct  aaggtgactg
1141   ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccc  ttatgacctg
1201   ggctacacac  gtgctacaat  ggatggtaca  aagggctgca  aaaccgcgag  gtttagccaa
1261   tcccataaaa  ccattctcag  ttcggattgc  aggctgcaac  tcgcctgcat  gaagccggaa
1321   tcgctagtaa  tcgcggatca  gcatgccgcg  gtgaatacgt  tcccgggtct  tgtacacacc
1381   gcccgtcaca  ccacgagagt  ttgcaacacc  caaagtcggt  ggggtaacca  tttggagcca
1441   gccgcctaag  gtggggcaga  tga
```

164. *Bacillus plakortidis*（海绵芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-164。*Bacillus plakortidis* Borchert et al.，2007，sp. nov.（海绵芽胞杆菌）。**★模式菌株：**P203 = DSM 19153 = NCIMB 14288。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ880003。**★种名释意：***plakortidis* 为海绵之意，故其中文名称为海绵芽胞杆菌［pla.kor′ti.dis. N.L.（Gr.-derived）gen. n. of *Plakortis* a genus of sponges］。

【种类描述】★**菌株来源**：菌株 P203^T 分离自生长在挪威海叙拉海脊的海绵（*Plakortis simplex*）中。★**形态特征**：细胞杆状［（2～3）μm × 0.50 μm］，革兰氏阳性，以周生鞭毛运动，芽胞中生、但少见。菌落呈圆形、凸起、光滑、浅黄色。★**生理特性**：生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 4～30℃、6.5～10.0 及 0～12%；最适的生长温度和 pH 分别是 15～20℃和 8.5。★**生化特性**：过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能利用甘油、葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、D-甘露醇、熊果苷、七叶苷、水杨苷、麦芽糖和海藻糖。V-P 反应为阳性。不能水解吐温 80 和淀粉。硝酸盐能被还原。★**化学特性**：细胞的主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（19.8%）和 anteiso-$C_{15:0}$（57.1%）。主要极性脂质包括磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。主要呼吸醌为 MK-7。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 41.1 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明该菌与最近的种 *Bacillus gibsonii* DSM 8722^T 的同源性小于 99.0%。DNA-DNA 杂交表明该菌与亲缘关系最近的种的关联度小于 25.8%～34.1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg  agcggacgtt  tttgaagctt  gcttcaaaaa
61    cgttagcggc  ggacgggtga  gtaacacgtg  ggcaacctgc  cttatcgact  gggataactc
121   cgggaaaccg  gggctaatac  cggataayat  ctagcacctc  ctggtgcaag  attaaaagag
181   ggccttcggg  ctctcacggt  gagatgggcc  cgcggcgcat  tagctagttg  gagaggtaat
241   ggctccccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt  gatcggccac  actgggactg
301   agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  tcttccgcaa  tggacgaaag
361   tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgatga  agggtttcgg  ctcgtaaagc  tctgttatga
421   gggaagaaca  cgtaccgttc  gaatagggcg  gtaccttgac  ggtacctcat  cagaaagcca
481   cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtaggtg  gcaagcgttg  tccggaatta
541   ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggccttt  taagtctgat  gtgaaatctt  gcggctcaac
601   cgcaagcggt  cattggaaac  tgggaggctt  gagtacagaa  gaggagagtg  gaattccacg
661   tgtagcggtg  aaatgcgtag  atatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg  actctctggt
721   ctgtaactga  cgctgaggcg  cgaaagcgtg  gggagcaaac  aggattagat  accctggtag
781   tccacgccgt  aaacgatgag  tgctaggtgt  taggggtttc  gatgcccgta  gtgccgaagt
841   taacacatta  agcactccgc  ctggggagta  cggccgcaag  gctgaaactc  aaaggaattg
901   acgggggccc  gcacaagcag  tggagcatgt  ggtttaattc  gaagcaacgc  gaagaacctt
961   accaggtctt  gacatccttt  gaccactctg  gagacagagc  ttccccttcg  ggggcaaagt
1021  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga  tgttgggtta  agtcccgcaa
1081  cgagcgcaac  ccttgacctt  agttgccagc  atttagttgg  gcactctaag  gtgactgccg
1141  gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta  tgacctgggc
1201  tacacacgtg  ctacaatgga  tggtacaaag  ggttgcgaag  ccgcgaggtg  aagccaatcc
1261  cataaagcca  ttctcagttc  ggattgtagg  ctgcaactcg  cctgcatgaa  gctggaattg
1321  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc  cgggccttgt  acacaccgcc
1381  cgtcacacca  cgagagtttg  taacacccga  agtcggtgag  gtaacctttt  gga
```

165. *Bacillus pocheonensis*（抱川芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-165。*Bacillus pocheonensis* Ten et al.，2007，sp. nov.（抱川芽胞杆菌）。★**模式菌株**：Gsoil 420 = DSM 18135 = KCTC 13943。★**16S rRNA 基因序列号**：AB245377。★**种名释意**：*pocheonensis* 意为模式菌株分离自韩国抱川，故其中文名称为抱川芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *pocheonensis*，pertaining to Pocheon Province in South

Korea，the source of the soil sample from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Gsoil 420^T 是从韩国抱川人参田的土壤中分离获得的。★形态特征：细胞杆状［（0.7～1.3）μm×（3.5～6.5）μm］、严格好氧、革兰氏阳性、不运动、单独或链状。★生理特性：生长温度是 20～30℃，最适生长温度是 25℃；生长的 pH 是 5.0～8.5，最适生长 pH 是 6.5～7.0。在 NA 培养基上能生长，但在 TSA 和 MacConkey 琼脂培养基上不能生长。★生化特性：硝酸钠还原成亚硝酸钠。能水解七叶苷，但不能水解淀粉、木聚糖、壳多糖、羧甲基纤维素、酪蛋白或 DNA。脂肪酶为阴性。能利用下列物质生长：D-葡萄糖、D-果糖、D-半乳糖、D-甘露糖、L-木糖、D-木糖、L-阿拉伯糖、D-来苏糖、D-纤维二糖、麦芽糖、D-蜜二糖、D-棉籽糖、N-乙酰-D-葡萄糖胺、乙酸（弱）、丙酮酸、乳酸、3-羟基丁酸酯（弱）、戊酸（弱）、延胡索酸、苯甲酸（弱）、水杨苷、苹果酸、琥珀酸（弱）、蔗糖、海藻糖、肌醇（弱）、D-甘露醇、甘油、L-精氨酸、L-丙氨酸（弱）、菊糖（弱）、L-天冬酰胺、L-天冬氨酸、L-苯丙氨酸（弱）、L-谷氨酰胺、L-组氨酸和 L-脯氨酸。不能利用下列物质生长：D-岩藻糖、乙醇、L-鼠李糖、L-山梨糖、D-阿拉伯糖、D-核糖、柠檬酸盐、甲酸盐、丙酸盐、酒石酸盐、葡萄糖酸盐、癸酸盐、马来酸、乙酸苯酯、3-羟基苯甲酸、4-羟基苯甲酸酯、丙二酸二乙酯、戊二酸、衣康酸、己二酸、辛二酸盐、草酸盐、D-乳糖、D-核糖醇、半乳糖醇、木糖醇、D-山梨醇、苦杏仁苷、甲醇、糖原、葡聚糖、L-半胱氨酸、甘氨酸、L-异亮氨酸、L-亮氨酸、L-谷氨酸、L-苏氨酸、L-赖氨酸、L-甲硫氨酸、L-丝氨酸、L-色氨酸、L-酪氨酸和 L-缬氨酸。API 20E 测试结果表明：V-P 反应为弱阳性，明胶水解、β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶、脲酶、产 H_2S 及吲哚为阴性。利用 L-阿拉伯糖产酸弱，不能利用下列碳源产酸：D-甘露醇、肌醇、D-山梨醇、L-鼠李糖、蔗糖、D-蜜二糖、D-葡萄糖或苦杏仁苷。★化学特性：主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（33.9%）、iso-$C_{15:0}$（24.5%）和 iso-$C_{14:0}$（19.9%）。★分子特性：基因组 DNA 的 G+C 的含量为 44.9 mol%，16S rRNA 基因序列分析结果表明，Gsoil 420^T 与其亲缘关系较近种类的 16S rRNA 基因序列同源性分别为：*B. bataviensis*（98.6%）、*B. soli*（98.3%）、*B. drentensis*（98.0%）、*B. novalis*（98.0%）、*B. vireti*（97.9%）、*B. foraminis*（97.6%）、*B. fumarioli*（97.4%）和 *B. jeotgali*（97.0%），与其他芽胞杆菌属种类的同源性均小于 96.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     aggacgaacg  ctggcggcgt  gcctaataca  tgcaagtcga  gcgaatcatt  aggagcttgc
61    tcctattggt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctgcctg  taagactggg
121   ataacttcgg  gaaaccggag  ctaataccgg  ataatccttt  tcctctcatg  agggaaagtt
181   gaaagatggc  gtcagctatc  acttacagat  gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtgag
241   gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg
301   gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac
361   gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagc  gatgaaggcc  ttcgggtcgt  aaagctctgt
421   tgttagggaa  gaacaagtat  cggagtaact  gccggtacct  tgacggtacc  taaccagaaa
481   gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  ggtggcaagc  gttgtccgga
541   attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  cctttaagtc  tgatgtgaaa  gcccacggct
601   caaccgtgga  gggtcattgg  aaactgggg   acttgagtgc  agaagaggaa  agtggaattc
661   cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactttc
```

```
721   tggtctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg
781   gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctaa  gtgttagagg  gtttccgccc  tttagtgctg
841   cagctaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggccg  caaggctgaa  actcaaagga
901   attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa
961   ccttaccagg  tcttgacatc  ctctgacaat  cctagagata  ggacgttccc  cttcggggga
1021  cagagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc
1081  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcattc  agttgggcac  tctaaggtga
1141  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac
1201  ctgggctaca  cacgtgctac  aatggatggt  acaaagggct  gcaaaaccgc  aaggttaagc
1261  caatcccata  aaaccattct  cagttcggat  tgtaggctgc  aactcgccta  catgaagccg
1321  gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg  ccttgtacac
1381  accgcccgtc  acaccacgag  agtttgtaac  acccgaagtc  ggtggggtaa  ccgtaaggag
1441  ccagccgcct  aaggtgggac  agatgattgg  ggtgaagtcg  taacaaggta  gccgt
```

166. *Bacillus polygoni*（蓼属芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-166。*Bacillus polygoni* Aino et al.，2008，sp. nov.（蓼属芽胞杆菌）。**★模式菌株：**YN-1 = NCIMB 14282 = JCM 14604。**★16S rRNA 基因序列号：**AB292819。**★种名释意：***polygoni* 为蓼属植物蓼蓝之意，故其中文名称为蓼属芽胞杆菌（N.L. gen. n. *polygoni*，of *Polygonum tinctorium*，referring to polygonum，the fermentation product from which the type strain was isolated）。

【**种类描述**】**★菌株来源：**菌株 YN-1^T 是从日本茨城县分离得到的。**★形态特征：**细胞直杆状［（0.4～0.5）μm ×（1.0～3.5）μm］、中度嗜盐、嗜碱、革兰氏阳性、不运动、形成芽胞、中生、胞囊不膨大。菌落圆形，呈白色。**★生理特性：**生长的盐浓度是 3%～14%，生长的温度是 5～47℃，pH 为 10 时最适生长温度是 29～31℃，生长的 pH 是 8～12，最适生长 pH 为 9。**★生化特性：**过氧化氢酶、ONPG、硝酸钠还原为阳性，氧化酶、吲哚生产、苯丙氨酸脱氨和产 H_2S 为阴性。能水解酪蛋白、吐温 20、吐温 40、吐温 60，但不能水解明胶、淀粉、木聚糖、纤维素、MUG、七叶苷、DNA、吐温 80、支链淀粉和马尿酸。pH 为 10 时，利用下列碳源产酸不产气：D-木糖、D-阿拉伯糖、D-葡萄糖、D-果糖、麦芽糖、D-甘露糖、棉籽糖、甘油、D-甘露醇、蔗糖和肌醇。利用下列碳源不产酸：D-半乳糖、乳糖、蜜二糖、鼠李糖、山梨醇、水杨苷、木糖醇和赤藓糖醇。**★化学特性：**其主要呼吸醌为 MK-7，细胞的脂肪酸主要组成为：anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:1}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.9 mol%。菌株 YN-1^T 属 *Bacillus* 第 7 rRNA 群（嗜碱菌）成员，与芽胞杆菌 *B. clarkii* DSM8720^T 亲缘极近（相似度 99.5%）。但 DNA-DNA 杂交结果显示，菌株 YN-1^T 与 *B. clarkii* DSM8720^T 的关联度极低（7%）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gagttngatt  cccgctcagg  acgaacgctg  gcggcgtgcc  taatacatgc  aagtcgagcg
61    caggaaacag  gctgatccct  tcggggtgat  gcctgtggaa  tgagcggcgg  acgggtgagt
121   aacacgtggg  caacctgcct  tacagactgg  gataactccg  ggaaaccggg  gctaataccg
181   gatgaccaga  agaaccgcat  ggttctgctg  taaaagttgg  gacttgttcc  taacactgta
241   agatgggccc  gcggcgcatt  agctagttgg  tgaggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc
```

301	gtagccgacc	tgagagggtg	atcggccaca	ctggaactga	gacacggtcc	agactcctac
361	gggaggcagc	agtagggaat	catccgcaat	gggcgaaagc	ctgacggtgc	aacgccgcgt
421	gaacgatgaa	ggtcttcgga	ttgtaaagtt	ctgttgtcag	ggaagaacac	gtgccgttcg
481	aacagggcgg	caccttgacg	gtacctgacc	agaaagcccc	ggctaactac	gtgccagcag
541	ccgcggtaat	acgtaggggg	caagcgttgt	ccggaattat	tgggcgtaaa	gcgcgcgcag
601	gcggtctctt	aagtctgatg	tgaaagccca	cggctcaacc	gtggagggtc	attggaaact
661	gggggacttg	agtgtaggag	aggaaagtgg	aattccacgt	gtagcggtga	aatgcgtaga
721	tatgtggagg	aacaccagtg	gcgaaggcga	ctttctggcc	tataactgac	gctgaggcgc
781	gaaagcgtgg	ggagcaaaca	ggattagata	ccctggtagt	ccacgccgta	aacgatgagt
841	gctaggtgtt	aggggtttcg	atacccttag	tgccgcagtt	aacacattaa	gcactccgcc
901	tggggagtac	ggccgcaagg	ctgaaactca	aaggaattga	cgggggcccg	cacaagcagt
961	ggagcatgtg	gtttaattcg	aagcaacgcg	aagaacctta	ccaggtcttg	acatcctctg
1021	acaactctgg	agacagagcg	ttccccttcg	ggggacagag	tgacaggtgg	tgcatggttg
1081	tcgtcagctc	gtgtcgtgag	atgttgggtt	aagtcccgca	acgagcgcaa	cccttgacct
1141	tagttgccag	catttagttg	ggcactctaa	ggtgactgcc	ggtgaccaac	ccggaggaag
1201	gtggggatga	cgtcaaatca	tcatgcccct	tatgacctgg	gctacacacg	tgctacaatg
1261	ggtggtacaa	agggcagcaa	agccgcgagg	ccgagcgaat	cccataaagc	cactctcagt
1321	tcggattgca	ggctgcaact	cgcctgcatg	aagccggaat	tgctagtaat	cgcggatcag
1381	catgccgcgg	tgaatacgtt	cccgggcctt	gtacacaccg	cccgtcacac	cacgagagct
1441	tgtaacaccc	gaagtcggtg	aggtaacctt	ttggagccag	ccgccgaagg	tgggacaggt
1501	gattggggtg	aagtcgtaac	aaggtatccc	taccggaagg	tggggctgga	tcacctcc

167. *Bacillus pseudalcaliphilus*（假嗜碱芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-167。*Bacillus pseudalcaliphilus* corrig. Nielsen et al.，1995，sp. nov.（假嗜碱芽胞杆菌）。★模式菌株：PN-137 = ATCC 700166 = CIP 105304 = DSM 8725 = LMG 17951。★16S rRNA 基因序列号：X76449。★种名释意：*pseudalcaliphilus* 中 *pseudês* 为假之意，*alcalophilus* 为嗜碱之意，是指该种与 *Bacillus alcalophilus* 亲缘关系最近，故中文名称为假嗜碱芽胞杆菌（Gr. adj. *pseudês*，false；N.L. masc. adj. *alcalophilus*，a specific epithet；N.L. masc. adj. *pseudalcaliphilus*，false alcalophilus because it is phenotypically closely related to *Bacillus alcalophilus* but phylogenetically distinct）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PN-137^T 是从欧洲北部土壤中分离得到的。★形态特征：菌落呈白色、圆形、边缘锯齿。菌体细胞杆状［（0.5～0.6）μm×（2.0～4.0）μm］，芽胞椭圆形［（0.5～0.7）μm×（0.8～1.3）μm］，中生到端生，胞囊膨大。★生理特性：该菌株 pH 为 7.0 时不生长，最适生长 pH 为 10.0。生长温度为 10～40℃。菌株耐 NaCl 浓度达 10%。★生化特性：能够水解酪蛋白、明胶、淀粉和支链淀粉，但不能水解马尿酸盐、MUG、吐温 20。菌株能利用 L-阿拉伯糖或半乳糖生长，一些菌株能利用己酮糖或酮基葡萄糖酸生长，但不能利用下列碳水化合物生长：纤维糖、木糖醇、半乳糖醇、山梨醇、甲基化 α-D-甘露糖苷、N-乙酰氨基葡萄糖或甘露糖。★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 38.2.6 mol%～39.0 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc	gaatggaagg	gagcttgctc
61	cctgaagtta	gcggcggacg	ggtgagtaac	acgtgggcaa	cctgccctgt	agactgggat

121　aacatcgaga　aatcggtgct　aataccggat　aatcgaagaa　accgcatggt　ttcttcataa
181　aagatggctc　cggctatcac　tacaggatgg　gcccgcggtg　cattagctag　ttggtgaggt
241　agaggctcac　caaggcaacg　atgcatagcc　gacctgagag　ggtgatcggc　cacactggga
301　ctgagacacg　gcccagactc　ctacgggagg　cagcagtagg　gaatcttccg　caatggacga
361　aagtctgacg　gagcaacgcc　gcgtgagtga　tgaaggtttt　cggatcgtaa　agctctgttg
421　ttagggaaga　acaagtaccg　ttcgaatagg　gcggtacctt　gacggtacct　aaccagaaag
481　ccacggctaa　ctacgtgcca　gcagccgcgg　taatacgtag　gtggcaagcg　ttgtccggaa
541　ttattgggcg　taaagcgcgc　gcaggcggtc　ttttaagtct　gatgtgaaat　atcggggctc
601　aaccccgagg　ggtcattgga　aactgggaga　cttgagtaca　gaagaggaga　gtggaattcc
661　acgtgtagcg　gtgaaatgcg　tagatatgtg　gaggaacacc　agtggcgaag　gcgactctct
721　ggtctgtaac　tgacgctgag　gcgcgaaagc　gtggggagca　aacaggatta　gataccctgg
781　tagtccacgc　cgtaaacgat　gagtgctagg　tgttaggggt　ttcgatgccc　ttagtgccga
841　agttaacaca　ttaagcactc　cgcctgggga　gtacggccgc　aaggctgaaa　ctcaaaggaa
901　ttgacggggg　cccgcacaag　cagtggagca　tgtggtttaa　ttcgaagcaa　cgcgaagaac
961　cttaccaggt　cttgacatcc　tttgaccact　ctagagatag　agctttcccc　ttcgggggac
1021　aaagtgacag　gtggtgcatg　gttgtcgtca　gctcgtgtcg　tgagatgttg　ggttaagtcc
1081　cgcaacgagc　gcaacccttg　atcttagttg　ccagcattaa　gttgggcact　ctaaggtgac
1141　tgccggtgac　aaaccggagg　aaggtgggga　tgacgtcaaa　tcatcatgcc　ccttatgacc
1201　tgggctacac　acgtgctaca　atggatggta　caaagggcag　caaaaccgcg　aggtcgagcc
1261　aatcccataa　agccattctc　agttcggatt　gtaggctgca　actcgcctac　atgaagccgg
1321　aattgctagt　aatcgcggat　cagcatgccg　cggtgaatac　gttcccgggc　cttgtacaca
1381　ccgcccgtca　caccacgaga　gtttgtaaca　cccgaagtcg　gtgaggtaac　cttttggagc
1441　cagccgccta　aggtgggaca　gatgattggg　gtgaagtcgt　aacaaggtag　ccgtatcgga
1501　aggtgcggct　ggatcacc

168. *Bacillus pseudofirmus*（假坚强芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-168。*Bacillus pseudofirmus* Nielsen et al.，1995，sp. nov.（假坚强芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PN-3 = ATCC 700159 = CIP 105299 = DSM 8715 = LMG 17944 = NCIMB 10283。**★16S rRNA 基因序列号：**X76439。**★种名释意：***pseudofirmus* 中 *pseudês* 为假之意，*firmus* 为坚强之意，是指该种的生理特性与 *Bacillus firmus* 相似，故中文名称为假坚强芽胞杆菌（Gr. adj. *pseudês*，false；L. masc. adj. *firmus*，strong，firm，and also specific epithet；N.L. masc. adj. *pseudofirmus*，false fimus referring to physiological similarities to *Bacillus firmus*）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PN-3^T 是从欧洲北部土壤或动物粪便分离得到的。**★形态特征：**菌落呈黄色、圆形、边缘不规则。细胞为杆状［（0.6～0.8）μm ×（2.0～6.0）μm］，芽胞椭圆形［（0.5～0.7）μm ×（0.5～1.2）μm］，中生到端生，胞囊不膨大。**★生理特性：**菌株为嗜碱菌：pH 低于 7.0 不生长，最适生长 pH 为 9.0。菌株生长温度为 10～45℃。所有菌株可在 NaCl 浓度为 16%时生长，大部分菌株能在 NaCl 浓度为 17%时生长。**★生化特性：**该菌株能水解吐温 40、吐温 60、明胶、酪蛋白和淀粉，但不能水解马尿酸盐、MUG、支链淀粉、吐温 20。硝酸盐不能被还原成亚硝酸盐，但是所有菌株的苯丙氨酸都脱氨基。菌株能利用核糖、D-木糖，但不能利用 L-阿拉伯糖、半乳糖、鼠李

糖、山梨醇、乳糖、蜜二糖、松三糖、D-棉籽糖和 D-己酮糖。**★分子特性：**DNA G+C 含量为 39.0 mol%～40.8 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1 gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc ggactgatgg gagcttgctc
61 cctgatgtta gcggcggacg ggtgagtaac acgtggccaa cctgcctgta agactgggat
121 aactccggga aaccggggct aataccggat aacccgttcc acctcatggt ggagcggtaa
181 aagatggcct ctggctatca cttacagatg ggcccgcggc gcattagcta gttggtaagg
241 taacggctta ccaaggcgac gatgcgtagc cgacctgaga gggtgatcgg ccacactggg
301 actgagacac ggcccagact cctacgggag gcagcagtag ggaatcttcc gcaatggacg
361 aaagtctgac ggagcaacgc cgcgtgagtg atgaaggttt tcggatcgta aagctctgtt
421 gttagggaag aacaagtgcc gtttgaataa ggcggcacct tgacggtacc taaccagaaa
481 gccacggcta actacgtgcc agcagccgcg gtaatacgta ggtggcaagc gttgtccgga
541 attattgggc gtaaagcgcg cgcaggcggt ctcttaagtc tgatgtgaaa gcccacggct
601 caaccgtgga gggtcattgg aaactgggag acttgagtac agaagaggag agtggaattc
661 cacgtgtagc ggtgaaatgc gtagatatgt ggaggaacac cagtggcgaa ggcgactctc
721 tggtctgtaa ctgacgctga ggcgcgaaag cgtggggagc aaacaggatt agataccctg
781 gtagtccacg ccgtaaacga tgagtgctag gtgttagggg tttcgatgcc cttagtgccg
841 aagttaacac attaagcact ccgcctgggg agtacgaccg caaggttgaa actcaaagga
901 attgacgggg gcccgcacaa gcagtggagc atgtggttta attcgaagca acgcgaagaa
961 ccttaccagg tcttgacatc ctttgaccac tctagagata gagctttccc cttcggggga
1021 caaagtgaca ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc gtgagatgtt gggttaagtc
1081 ccgcaacgag cgcaaccctt gatcttagtt gccagcattc agttgggcac tctaaggtga
1141 ctgccggtga caaaccggag gaaggtgggg atgacgtcaa atcatcatgc cccttatgac
1201 ctgggctaca cacgtgctac aatggatggt acaaagggct gcaaaaccgc gaggttgagc
1261 gaatcccata aagccattct cagttcggat tgtaggctgc aactcgccta catgaagccg
1321 gaattgctag taatcgcgga tcagcatgcc gcggtgaata cgttcccggg ccttgtacac
1381 accgcccgtc acaccacgag agtttgtaac acccgaagtc ggtgaggtaa ccttttggag
1441 ccagccgcct aaggtgggac agatgattgg ggtgaagtcg taacaaggta gccgtatcgg
1501 aaggtg

169. *Bacillus pseudomycoides*（假蕈状芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-169。*Bacillus pseudomycoides* Nakamura，1998，sp. nov.（假蕈状芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CIP 105700 = DSM 12442 = JCM 12231 = LMG 18993= NBRC 101232 = NRRL B-617。**★16S rRNA 基因序列号：**AF013121。**★种名释意：***pseudomycoides* 中 *pseudês* 为假之意，*mycoides* 为蕈或真菌状之意，是指该种与 *Bacillus mycoides* 的亲缘关系很近，故其中文名称为假蕈状芽胞杆菌（Gr. adj. *pseudês*，false；N.L. adj. *mycoides*，fungus-like；N.L. masc. adj. *pseudomycoides*，false fungus-like）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CIP 105700^{T} 分离自土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，不运动，杆状［1 μm ×（3.0～5.0）μm］，单生或短链状。芽胞椭圆形，次中生或次端生，胞囊不膨大。菌落呈白色至奶油色，不透明，根状。**★生理特性：**菌株在 0.001%溶菌酶、7% NaCl 及 pH 为 5.7 的条件下生长。最适生长温度为 28℃，最高生长温度为 40℃，最低生长温度为 15℃。**★生化特性：**过氧化氢酶、V-P 反应（pH 为

4.5～5.6）为阳性，氧化酶为阴性。不产生吲哚、3-羟基丁酮和 H_2S。硝酸盐还原成亚硝酸盐。柠檬酸盐利用可变，不能利用丙酸。能水解淀粉、酪蛋白、酪氨酸和卵黄卵磷脂。利用 D-葡萄糖产酸不产气。不能利用 L-阿拉伯糖、D-甘露醇和 D-木糖。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 34 mol%～36 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明该菌与亲缘关系最近的种 *B. mycoides* 的同源性为 98%。DNA-DNA 杂交结果表明该菌与最近的 *Bacillus alcalophilus*、*Bacillus cereus*、*Bacillus circulans*、*Bacillus lentus*、*Bacillus megaterium*、*Bacillus sphaericus* 的关联度为 22%～37%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gagagtttga  tcctggctca  ggatgaacgc  tggcggcgtg  cctaatactt  gcaagtcgag
61     cgaatggatt  aagagcttgc  tcttatgaag  ttagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg
121    taacctgccc  ataagactgg  gataactccg  ggaaaccggg  gctaataccg  gataacattt
181    tgcaccgcat  ggtgcgaaat  tcaaaggcgg  cttcggctgt  cacttatgga  tggacccgcg
241    tcgcattagc  tagttggtga  ggtaacggct  caccaaggca  acgatgcgta  gccgacctga
301    gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac  acggaccaga  ctcctacggg  aggcagcagt
361    agggaatctt  ccgcaatgga  cgaaagtctg  acggagcaac  gccgcgtgag  tgatgaaggc
421    tttcgggtcg  taaaactctg  ttgttaggga  agaacaagtg  ctagttgaat  aagctggcac
481    cttgacggca  cctaaccaga  aagccacggt  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
541    taggtggcaa  gcgttatccc  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggtg  gtttcttaag
601    tctgatgtga  aagcccacgg  ctcaaccgtg  gagggtcatt  ggaaactggg  agacttgagt
661    gcagaagagg  aaagtggaat  tccatgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  atggaggaac
721    accagtggcg  aaggcgactt  tctggtctgt  aactgacact  gaggcgcgaa  agcgtgggga
781    gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aagtgttaga
841    gggtttccgc  cctttagtgc  tgaagttaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggc
901    cgcaaggctg  aaactcaaag  gatttgacgg  gggcccgcac  aagcggtgga  gnatgtggtt
961    taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcctctgaca  cccctagaga
1021   tagggctncc  cctgcggggg  cagagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc
1081   gtgagatgtt  gggttaactc  ccgaaacgag  cgcacccctt  gttcttagtt  ggcatcatta
1141   agttgggcac  tctaaggtga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa
1201   ntcatcatgc  cccttatgac  ctgggntaca  cacgtgctac  aatggacggt  acaaagagct
1261   gcaagaccgn  gaggnggagc  taatctcata  aaaccgttct  cagttcggnt  tgtaggctgc
1321   aactcgccta  catgaagctg  gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata
1381   cgtncccggg  ccttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agtttgtaac  acccnaagtc
1441   ggtggggtaa  cctttnngga  gccagccgcc  taaggtggna  cagatgattg  gggtgaagtc
1501   gnaacaaggt  agccctaccg  ccnnccnccn  cc
```

170. *Bacillus psychrosaccharolyticus*（冷解糖芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-170。*Bacillus psychrosaccharolyticus*（ex Larkin and Stokes 1967）Priest et al. 1989，sp. nov.nom. rev.（冷解糖芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ATCC 23296 = CCUG 28882 = CIP 106932 = DSM 6 = DSM 13778 = LMG 9580 = NBRC 101233 = NCIB（now NCIMB）11729 = NRRL B-3394 = NRRL NRS-1518。**★16S rRNA 基因序列号：**AB021195. 异名：*Bacillus psychrosaccharolyticus* Larkin and Stokes 1967。**★种名释意：***psychrosaccharolyticus* 中 *psychros* 为冷之意，*sakchâr* 为糖之意，*lutikos* 为溶解之意，故

其中文名称为冷解糖芽胞杆菌［Gr. adj. *psuchros*，cold；Gr. n. *sakchâr*，sugar；Gr. adj. *lutikos*，dissolvable；N.L. part. adj. *psychrosaccharolyticus*，cold（adapted），sugar-fermenting］。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株来源不详，该种的不同菌株可分离自土壤和低地沼泽。**★形态特征：**细胞多形性杆状［（0.6～1.5）μm×（1.5～3.5）μm］，革兰氏阳性或可变，兼性厌氧，以周生鞭毛运动。胞椭球形，中生或旁生，胞囊膨大。菌落不透明、光滑。**★生理特性：**生长温度为 0～35℃，于 0℃时形成芽胞。在 2% NaCl 浓度下生长，5% NaCl 浓度生长可变，10% NaCl 浓度不生长。生长的 pH 为 6～9.5，生长时不需要尿囊素和尿素。**★生化特性：**β-半乳糖苷酶、七叶苷水解、明胶水解、硝酸钠还原为阳性。利用下列碳源产酸：L-阿拉伯糖、甘露糖及木糖。色氨酸脱氨酶为阴性。利用下列碳源不产酸：D-阿拉伯糖、L-核糖醇、阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、半乳糖、葡萄糖、肌醇、乳糖、D-棉籽糖及鼠李糖。不能利用乙酸盐、柠檬酸盐、葡萄糖酸盐、丙二酸盐及琥珀酸盐。吐温 20 和吐温 80 水解、DNA 酶、氧化酶及脲酶可变。利用下列碳源产酸活性可变：纤维二糖、果糖、麦芽糖、山梨醇、蔗糖及海藻糖。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43 mol%～44 mol%（T_{m}）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     aacgctggcg gcgtgcctaa tacatgcaag tcgagcgaat tgttgagttt actcaacaat
61    tagcggcgga cgggtgagta acacgtgggc aacctgccta taagactggg ataacttcgg
121   gaaaccggag ctaataccgg atatgttctt ctctcgcatg agagaagatg gaaagacggt
181   ctcggctgtc acttatagat gggcccgcgg cgcattagct agttggtgag gtaatggctc
241   accaaggcaa cgatgcgtag ccgacctgag agggtgatcg gccacactgg gactgagaca
301   cggcccagac tcctacggga ggcagcagta gggaatcttc cgcaatggac gaaagtctga
361   cggagcaacg ccgcgtgaac gatgaaggct ttcgggtcgt aaagttctgt tgttagggaa
421   gaacaagtac cagagtaact gctggtacct tgacggtacc taaccagaaa gccacggcta
481   actacgtgcc agcagccgcg gtaatacgta ggtggcaagc gttatccgga attattgggc
541   gtaaagcgcg cgcaggtggt tccttaagtc tgatgtgaaa gcccccggct caaccgggga
601   gggtcattgg aaactgggga acttgagtgt agaagaggaa agtggaattc cacgtgtagc
661   ggtgaaatgc gtagagatgt ggaggaacac cagtggcgaa ggcgactttc tggtctataa
721   ctgacactga ggcgcgaaag cgtggggagc aaacaggatt agataccctg gtagtccacg
781   ccgtaaacga tgagtgctaa gtgttagagg gtttccgccc tttagtgctg cagctaacgc
841   attaagcact ccgcctgggg agtacggccg caaggctgaa actcaaagga attgacgggg
901   gcccgcacaa gcggtggagc atgtggttta attcgaagca acgcgaagaa ccttaccagg
961   tcttgacatc ctctgacact cctagagata ggacgttccc cttcggggga cagagtgaca
1021  ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc gtgagatgtt gggttaagtc ccgcaacgag
1081  cgcaaccctt gatcttagtt gccagcattc agttgggcac tctaaggtga ctgccggtga
1141  taaaccggag gaaggtgggg atgacgtcaa atcatcatgc cccttatgac ctgggctaca
1201  cacgtgctac aatggatggt acaaagagct gcaaacccgc gagggtaagc gaatctcata
1261  aagccattct cagttcggat tgcaggctgc aactcgcctg catgaagccg gaatcgctag
1321  taatcgcgga tcagcatgcc gcggtgaata cgttcccggg ccttgtacac accgcccgtc
1381  acaccacgag agtttgtaac acccgaagtc ggtgaggtaa ccgcaaggag ccagccgcct
1441  aaggtgggac agatgattgg ggtgaagtcg taacaaggta gccgtatcgg aaggtgcggc
1501  tggatca
```

171. *Bacillus pumilus*（短小芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-171。*Bacillus pumilus* Meyer and Gottheil，1901，species（短小芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ATCC 7061 = CCM 2144 = BCRC（formerly CCRC）11706 = CCUG 26015 = CCUG 26016 = CIP 52.67 = DSM 27 = HAMBI 1826 = IAM 12469 = IFO（now NBRC）12092 = JCM 2508 = LMG 7132 = LMG 18928 = NCCB 48024 = NCIMB 9369 = NCTC 10337 = NRIC 1010= NRRL NRS-272 = VKM B-508。**★16S rRNA 基因序列号：**AY876289。**★种名释意：***pumilus* 为短小之意，故其中文名称为短小芽胞杆菌（L. masc. adj. *pumilus*，little）。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株来源不详，该种的不同菌株可以分离自土壤、食品、临床与兽医样品等多种多样的环境。**★形态特征：**细胞杆状[（0.6～0.7）μm ×（2.0～3.0）μm]，革兰氏阳性或可变，以周生鞭毛运动，形成芽胞，呈椭球状或圆柱形，中生、旁生或近端生，没有形成营养细胞，无膜。菌落形态可变：菌落可能有皱褶且无规则，未染色，不透明。NA 培养基上培养的菌落光滑，逐渐变成浅黄色。在绵羊血琼脂培养基上没有溶血活性。**★生理特性：**需氧，无氧条件下不生长。生长 pH 是 5.7～9.5，一些菌株生长 pH 为 4.5，生长 NaCl 浓度为 0～10%，生长温度为 5～50℃。生长时不需要尿囊素和尿素。**★生化特性：**β-半乳糖苷酶、V-P 反应、柠檬酸盐利用、七叶苷水解、明胶水解、酪蛋白水解为阳性。利用下列碳源产酸：N-乙酰-D-葡萄糖胺、L-阿拉伯糖、苦杏仁苷、熊果苷、D-纤维二糖、D-果糖、半乳糖、葡萄糖、甘油、β-苦杏仁糖、D-甘露糖、D-棉籽糖、核糖、蔗糖、水杨苷、海藻糖及 D-木糖。不能利用下列碳源产酸：D-阿拉伯糖、D-阿糖醇或 L-阿糖醇、糖原、甲基-β-木糖苷、淀粉、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖或 L-岩藻糖、菊糖、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸、葡萄糖酸、来苏糖、D-松三糖、鼠李糖、山梨醇、木糖醇及 L-木糖。硝酸盐还原、淀粉水解、产吲哚、马尿酸水解、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶、卵黄反应、苯丙氨酸脱氨基及酪氨酸分解为阴性。氧化酶活性可变。利用下列碳源产酸可变：肌醇、乳糖、麦芽糖、D-蜜二糖及山梨醇。**★化学特性：**细胞的主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（56.75%）、anteiso-$C_{17:0}$（5.05%）和 iso-$C_{17:0}$（7.83%）。**★分子特性：**12 个菌株的 DNA 的 G+C 含量为 39.0 mol%～45.1 mol%（T_m），25 个菌株的 G+C 含量为 40.0 mol%～46.9 mol%（Bd），模式菌株的 G+C 含量为 41.9 mol%（T_m）和 40.7 mol%（Bd）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgcagtcgag  cggacagaag  ggagcttgct  cccggatgtt  agcggcggac  gggtgagtaa
61    cacgtgggta  acctgcctgt  aagactggga  taactccggg  aaaccggagc  taataccgga
121   tagttccttg  aaccgcatgg  ttcaaggatg  aaagacggtt  tcggctgtca  cttacagatg
181   gacccgcggc  gcattagcta  gttggtgggg  taatggctca  ccaaggcgac  gatgcgtagc
241   cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag
301   gcagcagtag  ggaatcttcc  gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagtg
361   atgaaggttt  tcggatcgta  aagctctgtt  gttagggaag  aacaagtgcg  agagtaactg
421   ctcgcacctt  gacggtacct  aaccagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg
481   taatacgtag  gtggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagggctc  gcaggcggtt
541   tcttaagtct  gatgtgaaag  cccccggctc  aaccggggag  ggtcattgga  aactgggaaa
601   cttgagtgca  gaagaggaga  gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg
```

661	gaggaacacc	agtggcgaag	gcgactctct	ggtctgtaac	tgacgctgag	gagcgaaagc
721	gtggggagcg	aacaggatta	gataccctgg	tagtccacgc	cgtaaacgat	gagtgctaag
781	tgttaggggg	tttccgcccc	ttagtgctgc	agctaacgca	ttaagcactc	cgcctgggga
841	gtacggtcgc	aagactgaaa	ctcaaaggaa	ttgacggggg	cccgcacaag	cggtggagca
901	tgtggtttaa	ttcgaagcaa	cgcgaagaac	cttaccaggt	cttgacatcc	tctgacaacc
961	ctagagatag	ggctttccct	tcggggacag	agtgacaggt	ggtgcatggt	tgtcgtcagc
1021	tcgtgtcgtg	agatgttggg	ttaagtcccg	caacgagcgc	aacccttgat	cttagttgcc
1081	agcatttagt	tgggcactct	aaggtgactg	ccggtgacaa	accggaggaa	ggtggggatg
1141	acgtcaaatc	atcatgcccc	ttatgacctg	ggctacacac	gtgctacaat	ggacagaaca
1201	aagggctgcg	agaccgcaag	gtttagccaa	tcccataaat	ctgttctcag	ttcggatcgc
1261	agtctgcaac	tcgactgcgt	gaagctggaa	tcgctagtaa	tcgcggatca	gcatgccgcg
1321	gtgaatacgt	tcccgggcct	tgtacacacc	gcccgtcaca	ccacgagagt	ttgcaacacc
1381	cgaagtcggt	gaggtaacct	ttatggagcc	agccgccgaa	ggtggggcag	atga

172. *Bacillus purgationiresistans*（净化芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-172。*Bacillus purgationiresistans* Vaz-Moreira et al.，2012，sp. nov.（净化芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DS22 = DSM 23494 = NRRL B-59432 = LMG 25783。**★16S rRNA 基因序列号：**FR666703。**★种名释意：***purgationiresistans* 中 *purgatio -onis* 为净化之意，*resistens* 为耐受之意，故其中文名称为净化芽胞杆菌（pur.ga.ti.o.ni.re.sis′tans. L. n. *purgatio -onis* a cleansing，purification；L. part. adj. *resistens* resisting；N.L. part. adj. *purgationiresistans* resisting cleansing，purification）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $DS22^T$ 是从一个饮用水处理厂终端容器的水中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状（0.5 μm × 3.5 μm）、革兰氏阳性、好氧，形成芽胞、次端生、胞囊不膨大、不运动。TSA 培养基上 30℃培养 48 h 后形成的菌落直径约 2 mm、呈白色、微凸、边缘不规则、粉红色色素。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～37℃、7～10 及<8%；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30℃、7～8 及 1%～3%。MSA 培养基上菌株不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐不能被还原。不能利用柠檬酸盐。不产 H_2S、吲哚和 3-羟基丁酮。不能发酵 D-葡萄糖。能水解明胶、吐温 80 和酪蛋白，不能水解淀粉和七叶苷。下列酶活性为阳性：酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、萘酚 AS-BI-磷酸水解酶和卵磷脂酶。下列酶活性为阴性：精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶、酸性磷酸酶、碱性磷酸酶、酯酶（C14）、胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡糖苷酶、β-葡糖苷酶、N-乙酰基-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。API 50CH 试验表明，利用任何碳源都不产酸。API 20E 和 API 20NE 试验表明，不能利用任何碳源，也不能利用 L-丙氨酸、L-组氨酸、乳酸、L-脯氨酸、丙酸和 L-丝氨酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁肽聚糖特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。细胞的主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol、anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{14:0}$。主要极性脂质为磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.5 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 $DS22^T$ 与 *B. horneckiae* NRRL B-59162^T、*B. oceanisediminis* $H2^T$、

B. infantis SMC 4352-1^T、*B. firmus* IAM 12464^T 和 *B. muralis* LMG 20238^T 的同源性分别为 98.5%、97.9%、97.4%、96.8%和 96.8%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 DS22^T 与 *B. oceanisediminis* H2^T 的关联度为 13.6%；与 *B. horneckiae* NRRL B-59162^T 为 32.3%；与 *B. muralis* DSM 16288^T 为 17.5%；与 *B. infantis* DSM 19098^T 为 13.8%；与 *B. firmus* DSM 12^T 为 16.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agcgaattta  tgggagcttg  ctcccgtaag  ttagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg
61    caacctgcct  ataagactgg  gataacttcg  ggaaaccgga  gctaataccg  gataatacat
121   ttcctctcat  gaggaaatgt  tgaaagatgg  tttcggctat  cacttataga  tgggcccgcg
181   gcgcattagc  tagttggtga  ggtaacggct  caccaaggcc  acgatgcgta  gccgacctga
241   gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt
301   agggaatctt  ccgcaatgga  cgaaagtctg  acggagcaac  gccgcgtgag  tgatgaaggt
361   tttcggatcg  taaaactctg  ttgttaggga  agaacaagta  ccggagtaac  tgccggtgcc
421   ttgacggtac  ctaaccagaa  agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt
481   aggtggcaag  cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggtgg  tttcttaagt
541   ctgatgtgaa  agcccacggc  tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactgggg  aacttgagtg
601   cagaagagga  aagtggaatt  ccaagtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatt  tggaggaaca
661   ccagtggcga  aggcgacttt  ctggtctgta  actgacactg  aggcgcgaaa  gcgtggggag
721   caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttagag
781   ggtttccgcc  ctttagtgct  gcagcaaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacgacc
841   gcaaggttga  aactcaaagg  aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt
901   aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  cctctgacaa  ccctagagat
961   agggcgttcc  ccttcggggg  acagagtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt
1021  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgatcttagt  tgccagcatt
1081  cagttgggca  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca
1141  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg  tacaaagggc
1201  tgcaagaccg  cgaggttaag  cgaatcccat  aaaaccattc  tcagttcgga  ttgcaggctg
1261  caactcgcct  gcatgaagcc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat
1321  acgttcccgg  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttgtaa  cacccgaagt
1381  cggtggggta  accttttgga  gccagccgcc  taaggtggga  cagatgattg  gggtgaagtc
1441  gtaacaaggt
```

173. *Bacillus qingdaonensis*（青岛芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-173。*Bacillus qingdaonensis* Wang et al.，2007，sp. nov.（青岛芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CM1 = CGMCC 1.6134 = JCM 14087。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ115802。**★种名释意：***qingdaonensis* 意为模式菌株分离自我国青岛，故其中文名称为青岛芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *qingdaonensis*，pertaining to Qingdao，the name of the place from which the strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CM1^T 是从我国东部青岛附近的粗海盐样品中分离得到的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，杆状［（0.3～0.4）μm ×（1.8～3.2）μm］，好氧，不形成芽胞，不运动。菌落浅黄色-黄色，光滑，圆形。**★生理特性：**生长温度为 25～45℃，最适为 37℃。生长 NaCl 浓度为 2.5%～20%（w/v），最适为 12%。pH 为 6.5～10.5，最

适 pH 为 9.0。★**生化特性**：过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解尿素和精氨酸，不能水解可溶性淀粉、明胶、吐温 20 和吐温 80。不产 H_2S 和吲哚。能还原硝酸盐。利用下列物质作为唯一碳源且产酸：D-葡萄糖、D-果糖、纤维二糖、D-甘露糖、D-甘露醇、D-半乳糖、乳糖、D-木糖和糊精。V-P 和甲基红反应为阴性。★**化学特性**：主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$，主要呼吸醌为 MK-7 和 MK-6。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 48 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，该菌为芽胞杆菌属，基因序列比对结果表明与 *B. salaries* BH169^T 同源性达 95.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggcaggccta  acacatgcaa  gtcgagcgcg  ggaagcggac  ggaaaccctc  cggggtggaa
61    atccgtggaa  cgagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg  caacctgcct  gaaagtccgg
121   gataaccccg  ggaaaccggg  gctaataccg  gatgggcctg  tcgaccgcct  ggtcgacggg
181   gaaaagtggg  gatcttcctc  acgctttcag  atgggcccgc  ggcgcattag  cttgttggag
241   aggtaaaggc  tccccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact
301   gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatca  tccgcaatgg
361   gcgaaagcct  gacggtgcaa  cgccgcgtga  gtgaagaagg  ttttcggatc  gtaaagctct
421   gttatccgag  aagaacaagg  atcggtcgaa  aaggccggtt  ccatgacggt  accggatcag
481   aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc
541   ggaattattg  ggcgtaaagg  gcgcgcaggc  ggtttcctaa  gtctgatgtg  aaaggccacg
601   gctcaaccgt  ggaatggcat  tggaaactgg  ggaacttgag  tacaggagag  gaaagcggaa
661   ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcggct
721   ttctggcctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcgaacagg  attagatacc
781   ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgttgagtgc  taggtgttag  gggtttcgat  gcccttagtg
841   ccgaagcaaa  cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacga  ccgcaaggtt  gaaactcaaa
901   ggaattgacg  gggcccgca   caagcggtgg  agcatgtggt  ttaattcgac  gcaacgcgaa
961   gaaccttacc  aggtcttgac  atcttctgac  cgctccagag  atggagtttt  ccccttcggg
1021  ggacagaatg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa
1081  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cctaacctta  gttgccagca  ttcagttggg  cactctaggg
1141  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggcg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat
1201  gacctgggct  acacacgtgc  tacaatggat  ggtacagagg  gcagcgaagc  cgcgaggtga
1261  agcgaatccc  aaaaagccat  tctcagttcg  gactgcaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag
1321  ccggaatcgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc  gggccttgta
1381  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagtttgc  aacacccgaa  gtcggtgagg  taacctttc
1441  aggagccagc  cgccgaaggt  ggggcagatg  attggggtga  agtcgtaaca  aggtagccgt
```

174. *Bacillus qingshengii*（庆笙芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-174。*Bacillus qingshengii* Xi et al.，2014，sp. nov.（庆笙芽胞杆菌）。★**模式菌株**：G19 = CCTCC AB 2013273 = JCM 19454。★**16S rRNA 基因序列号**：JX293295。★**种名释意**：*qingshengii* 意为 Qing-sheng，旨在纪念我国土壤微生物学家樊庆笙，故其中文名称为庆笙芽胞杆菌（qing.shen′gi.i. N.L. gen. n. *qingshengii* of Qing-sheng，to honour Qing-sheng Fan，a Chinese soil microbiologist，for his contribution to the development of microbiology in China）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 G19^T 是从我国江西东乡风化岩表面收集物中分离得到的。★形态特征：细胞杆状（2 μm × 10 μm）、革兰氏阳性、好氧、不运动，形成芽胞。LB 培养基上形成的菌落直径约 5 mm、呈圆形、白色。★生理特性：生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别为 1～45℃、4.0～8.0 和 0～10%；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别为 30℃、7.0 和 0～1%；菌株在紫外照射下不能生长。细胞对利福平和庆大霉素敏感。★生化特性：不能还原硝酸盐。能水解尿素、明胶、七叶苷和淀粉，不能水解木聚糖、吐温 20 或吐温 80。产 H_2S，不产吲哚。β-半乳糖苷酶为阳性。能利用下列化合物：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、L-甘露糖、N-乙酰基-D-葡萄糖胺、麦芽糖、葡萄糖酸钾、苹果酸盐和钠盐；API 20NE 试验结果表明，菌株能利用柠檬酸盐为唯一碳源。API ZYM 试验结果表明，下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、胰凝乳蛋白酶、萘酚 AS-BI 磷酸酯水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、酸性磷酸酶（弱）和 α-葡萄糖苷酶（弱）。下列酶活性为阴性：酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、β-糖醛酸葡糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶和 α-甘露糖苷酶。能利用下列物质：甘油、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、D-葡萄糖、D-果糖、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、柠檬酸铁、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、蜜三糖、淀粉、糖原、异麦芽酮糖和松二糖。★化学特性：主要呼吸醌为 MK-7。细胞的主要脂肪酸为 iso-$C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要极性脂质包括磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、二磷脂酰甘油和未知脂类。★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 36.7 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 G19^T 与 *B. aryabhattai* B8W22^T 和 *B. megaterium* IAM 13418^T 的同源性分别为 97.4%和 97.1%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 G19^T 与 *B. aryabhattai* JCM 13839^T 和 *B. megaterium* JCM 2506^T 的关联度分别为 55.0%和 49.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gggggggggg  ggcctcacct  cgcaggtcga  gcgaactgat  tagaagcttg  cttctatgac
61    gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctgcc  tgtaagactg  ggataacttc
121   gggaaaccga  cgctaatacc  ggataggatc  ttctccttcg  tgggagatga  ttgaaagatg
181   gtttcggcta  tcacttacag  atgggcccgc  ggtgcattag  ctagttggtg  aggtaacggc
241   tcaccaaggc  gacgatgcat  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact  gggactgaga
301   cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct
361   gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ctttcgggtc  gtaaaactct  gttgttaggg
421   aagaacaagt  accagagtaa  ctgctcgtac  cttgacggta  cctaaccaga  aagccacggc
481   taactacgtg  ccagcaaccg  cggtaatacg  taggtggcaa  gcgttatccg  gaattattgg
541   gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtttcttaag  tctgatgtga  aagcccacgg  ctcaaccgtg
601   gagggtcatt  ggaaactggg  gaacttgagt  gcagaagaga  aaagcggaat  tccacgtgta
661   gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac  accagtggcg  aaggcggctt  tttggtctgt
721   aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca
781   cgccgtaaac  gatgagtgct  aagtgttaga  gggtttccgc  cctttagtgg  tgcagctaac
841   gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggt  cgcaagactg  aaactcaaag  gaattgacgg
901   gggcccgcac  aagcggtgga  gcatgtggtt  taattggaag  caacgggaag  aaccttacca
961   ggtcttgaca  tcgtgtgaca  ggtctagaga  tagagcgttc  cccttcgggg  gacagagtga
```

```
1021    caggtggtgc    atggttgtcg    tcagctcggg    tcgtgagatg    ttgggttaag    tcccgcaacg
1081    agcgcaaccc    ttgatcttag    ttgccagcat    ttagttgggc    actctaaggt    gactgccggt
1141    gacaaaccgg    aggaaggtgg    ggatgacgtc    aaatcatcat    gccccttatg    gcgtggggta
1201    cacacgtggt    acaatggatg    gtacaaaggg    gtgcaaggcc    gcggggtcaa    gccaatccca
1261    taaaaccatt    ctcagttcgg    attgtaggct    gcaactcgcg    tacatgaagc    tggaatcgct
1321    agtaatcgcg    gatcagcatg    ccgcggtgaa    tacgttcccg    ggccttgtac    acaccgcccg
1381    tcacaccacg    agagtgggta    acaccggaag    tcggtggagt    aaccgtaagg    agctagccgc
1441    cataaggggg    gaaac
```

175. *Bacillus rhizosphaerae*（根际芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-175。*Bacillus rhizosphaerae* Madhaiyan et al.，2011，sp. nov.（根际芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SC-N012 = DSM 21911 = NCCB 100267。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ233848。**★种名释意：***rhizosphaerae* 为根际之意，故其中文名称为根际芽胞杆菌（rhi.zo.sphae′rae. N.L. gen. n. *rhizosphaerae*，of the rhizosphere）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SC-N012^{T} 是从甘蔗根际土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［(0.48～0.64) μm×(1.8～3.4) μm］、革兰氏阳性、好氧、可运动、单生或成对生长。在 R2A 培养基上 28℃培养 24 h 后形成的菌落直径为 0.5～1.3 mm、呈白色、边缘丝状。**★生理特性：**菌株在 NaCl 浓度为 5%时能生长，在 NaCl 浓度为 6%或更高时不能生长。生长的温度和 pH 分别为 15～40℃和 3～9；最适的生长温度和 pH 分别为 28℃和 7.0。模式菌株耐下列抗生素：大观霉素、杆菌肽和四环素。对下列抗生素敏感：羧苄西林（25 μg)、卡那霉素（25 μg)、萘啶酸（300 μg)、氯霉素（100 μg)、红霉素（50 μg)、青霉素 G（25 μg)、多黏菌素 B（25 μg)、利福平（25 μg)、新生霉素（300 μg)、万古霉素（25 μg)、头孢菌素（25 μg)、甲氧苄啶（100 μg)、多西环素（100 μg)、氨苄西林（25 μg)、头孢噻肟（100 μg）和庆大霉素（100 μg)。菌株在 1 mmol/L 的 $NiCl_2$ 和 $CdCl_2$ 中不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。精氨酸双水解酶和脲酶为阴性，β-半乳糖苷酶为阳性。产吲哚，能发酵葡萄糖，能水解明胶和七叶苷。硝酸盐不能被还原。GP2 试验结果表明，菌株能利用下列物质：α-环糊精、β-环糊精、糊精、甘露聚糖、吐温 40、吐温 80、N-乙酰基-D-半乳糖胺、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、熊果苷、D-纤维二糖、D-果糖、L-岩藻糖、D-半乳糖、α-D-葡萄糖、肌醇、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-阿洛酮糖、D-棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、水杨苷、D-山梨醇、蔗糖、D-己酮糖、松二糖、D-木糖、乙酸和 γ-羟基丁酸、α-酮丁酸、L-乳酸、D-苹果酸、L-苹果酸、丙酮酸、琥珀酸、D-丙氨酸、L-丙氨酸、L-丙氨酰-甘氨酸、L-天冬酰胺、甘氨酰-L-谷氨酸、甘油、腺苷、肌苷和 D-甘油磷酸盐。不能利用下列物质：糖原、菊糖、N-乙酰基-β-D-甘露糖胺、苦杏仁苷、D-半乳糖醛酸、异麦芽酮糖、D-葡萄糖酸、α-D-乳糖、乳果糖、D-松三糖、D-蜜二糖、α-甲基-D-半乳糖苷、N-甲基-β-D-半乳糖苷、3-甲基-D-葡萄糖、α-甲基-D-葡糖苷、N-甲基-β-D-葡糖苷、α-甲基-D-甘露糖苷、异麦芽酮糖、水苏糖、D-海藻糖、木糖醇、α-羟基丁酸、β-羟基丁酸、*p*-羟基苯基乙酸、α-酮戊酸、乳酰胺、D-乳酸甲基酯、丙酮酸甲酯、琥珀酸单甲酯、丙酸、琥珀酰胺酸、N-乙酰基-L-谷氨酸、L-丙氨酰胺、L-谷氨酸、L-焦谷氨酸、L-丝氨酸、腐胺、2，3-丁二醇、2′-脱氧

腺苷、胸苷、尿苷、腺苷-5′-磷酸、胸苷-5′-单磷酸、尿苷-5′-单磷酸、D-果糖-6-磷酸、α-葡萄糖-1-磷酸和 D-葡萄糖-6-磷酸。API 20NE 试验结果表明，能利用下列物质：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-甘露糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、D-麦芽糖、己二酸和柠檬酸三钠。不能利用葡萄糖酸钾、癸酸、苹果酸和苯基乙酸。API 32GN 试验结果表明，能利用 D-麦芽糖、乙酸钠、L-丙氨酸、D-甘露醇、D-葡萄糖、水杨苷、L-岩藻糖、D-山梨醇、L-阿拉伯糖、柠檬酸三钠、L-组氨酸和 L-脯氨酸。不能利用下列化合物：衣康酸、辛二酸、丙二酸钠、乳酸钾、5-酮基-葡萄糖酸盐、糖原、3-羟基苯甲酸、L-丝氨酸、D-蜜二糖、丙酸、癸酸、戊酸、2-酮基葡萄糖酸钾、3-羟基丁酸和 4-羟基苯甲酸。API ZYM 试验结果表明，下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、萘酚 AS-BI-磷酸水解酶、亮氨酸芳基酰胺酶和 α-葡糖苷酶。下列酶活性为阴性：酯酶（C14）、胰蛋白酶、酸性磷酸酶、缬氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡糖苷酸酶、β-葡糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。★**化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。极性脂质包括二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和两个未知的磷脂。主要呼吸醌为 MK-7。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.0 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 SC-N012^T 与 *B. clausii* DSM 8716^T 的同源性为 98.9%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 SC-N012^T 与 *B. clausii* DSM 8716^T 的关联度为 32%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cggcgtgcta  tactgcaagt  cgagcggaca  gaagggagct  tgctcccgga  cgttagcggc
61    ggacgggtgt  ttaacacgtg  ggcaacctgc  cccttagact  gggataactc  ctggaaaccg
121   gagctaatac  cggataatcc  ctttctccac  ctggagagag  ggtgaaagat  ggcttcggct
181   atcactaggg  gatgggcccg  cggcgcatta  gctagttggt  aaggtaacgg  cttaccaagg
241   cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca
301   gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca
361   acgccgcgtg  agtgaggaag  gccttcgggt  cgtaaagctc  tgttgtgagg  gaagaagcgg
421   taccgttcga  atagggcggt  accttgacgg  tacctcacca  gaaagccacg  gctaactacg
481   tgccagcagc  cgcggtaata  cgtaggtggc  aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag
541   cgcgcgcagg  cggcttctta  agtctgatgt  gaaatctcgg  ggctcaaccc  cgagcggcca
601   ttggaaactg  gggagcttga  gtgcagaaga  ggagagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa
661   atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcgac  tctctggtct  gtaactgacg
721   ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa
781   acgatgagtg  ctaggtgtta  ggggtttcga  tgcccgtagt  gccgaagtta  acacattaag
841   cactccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggc  tgaaactcaa  aggaattgac  ggggacccgc
901   acaagcagtg  gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga
961   catcctttga  ccacccaaga  gattgggctt  ccccttcggg  ggcaaagtga  caggtggtgc
1021  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc
1081  ttgatcttag  ttgccagcat  taagttgggc  actctaaggt  gactgccggt  gacaaaccgg
1141  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct
1201  acaatggatg  gtacaaaggg  cagcgaaacc  gcgaggtgaa  gccaatccca  taaagccatt
1261  ctcagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagc  cggaattgct  agtaatcgcg
1321  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggtcttgtac  acaccgcccg  acagaccacg
```

1381　agagtttgta　acacccgaag　tcggtgaggc　aacctttgga　gccagccgcc　taa

176. *Bacillus ruris*（农庄芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-176。*Bacillus ruris* Heyndrickx et al.，2005，sp. nov.（农庄芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Logan B3037 = MB 1669 = DSM 17057 = LMG 22866。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ535639。**★种名释意：***ruris* 为农村、农庄之意，故其中文名称为农庄芽胞杆菌（L. gen. n. *ruris*，of the country，of the farm）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Logan B3037^T 是从原料奶和饲料中分离得到的。**★形态特征：**细胞为杆状或弯曲杆状［（0.5～0.8）μm ×（1.0～2.0）μm］、革兰氏阳性、兼性厌氧、可运动、成单或成对存在，三四个形成链状。芽胞椭球状，端生、旁生或中生，胞囊膨大。菌落光滑、平坦、直径约 1 mm，边缘不规则，呈奶油色或白色，中心不透明。**★生理特性：**菌株生长温度为 30℃和 40℃，在 50℃不生长，生长 pH 为 6～11。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阳性。不能水解酪蛋白。API 20E 结果显示，ONPG 反应为阳性，硝酸钠还原成亚硝酸钠，精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸盐利用、产 H_2S 和吲哚、脲酶生产、V-P 反应和明胶水解均为阴性，能水解七叶苷。API 50 CHB 结果显示，利用下列碳源产酸不产气：N-乙酰葡萄糖胺、L-阿拉伯糖、D-葡萄糖、D-果糖、乳糖、D-甘露糖、D-松三糖、D-蜜二糖、核糖、淀粉、白糖、D-海藻糖及 D-木糖。利用下列碳源产酸可变：D-纤维二糖、半乳糖、肝糖、菊糖、麦芽糖、甘露醇、甲基-D-葡萄糖苷、D-棉籽糖和水杨苷。不能利用下列碳源产酸：核糖醇、苦杏仁苷、D-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、熊果苷、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖、L-岩藻糖、β-异麦芽酮糖、葡萄糖酸盐、2-酮基-D-葡萄糖酸、5-酮基-D-葡萄糖酸、甘油、肌醇、D-来苏糖、甲基-D-甘露糖、甲基木糖苷、鼠李糖、山梨醇、L-山梨糖、D-己酮糖、D-松二糖、木糖醇或 L-木糖。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 $C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.2 mol%。16 S rRNA 基因序列分析结果显示，菌株 LMG 22866^T 与 *B. galactosidilyticus* 和 *B. lentus* 的同源性分别为 98.3%和 96.6%。16S rRNA 基因序列如下。

1　ctggcggcgt　gcctaataca　tgcaagtcga　gcgaatctaa　agggagcttg　ctcccggaag
61　attagcggcg　gacgggtgag　taacacgtgg　gcaacctacc　tgtaagtctg　ggataacttc
121　gggaaaccgg　agctaatacc　ggataatttc　tttcttcgca　tgaagaaagg　ttgaaagacg
181　gctttgctgt　cacttacaga　tgggcccgcg　gcgcattagt　tagttggtga　ggtaacggct
241　caccaagacc　acgatgcgta　gccgacctga　gagggtgatc　ggccacactg　ggactgagac
301　acggcccaga　ctcctacggg　aggcagcagt　agggaatctt　ccgcaatgga　cgaaagtctg
361　acggagcaac　gccgcgtgag　tgaagaaggt　cttcggatcg　taaaactctg　ttatcaggga
421　agaacaagta　ccggagtcac　tgccggtacc　ttgacggtac　ctgaccagaa　agccacggct
481　aactacgtgc　cagcagccgc　ggtaatacgt　aggtggcaag　cgttgtccgg　aattattggg
541　cgtaaagcgc　gcgcaggcgg　ttctttaagt　ctgatgtgaa　atcttgcggc　tcaaccgtga
601　gcggtcattg　gaaactggag　aacttgagtg　cagaagagaa　gagcggaatt　ccacgtgtag
661　cggtgaaatg　cgtagagatg　tggaggaaca　ccagtggcga　aggcggctct　ttggtctgta
721　actgacgctg　aggcgcgaaa　gcgtggggag　cgaacaggat　tagataccct　ggtagtccac
781　gccgtaaacg　atgagtgcta　agtgttagag　ggtttccgcc　ctttagtgct　gcagcaaacg

```
841    cattaagcac   tccgcctggg   gagtacggcc   gcaaggctga   aactcaaagg   aattgacggg
901    ggcccgcaca   agcggtggag   catgtggttt   aattcgaagc   aacgcgaaga   accttaccag
961    gtcttgacat   cctttgacaa   ccctagagat   agggccttcc   ccttcggggg   acaaagtgac
1021   aggtggtgca   tggttgtcgt   cagctcgtgt   cgtgagatgt   tgggttaagt   cccgcaacga
1081   gcgcaaccct   tgaaattagt   tgccagcatt   cagttgggca   ctctaatttg   actgccggtg
1141   acaaaccgga   ggaaggtggg   gatgacgtca   aatcatcatg   ccccttatga   cctgggctac
1201   acacgtgcta   caatggatgg   tacagagggc   tgcaagaccg   cgaggtttag   ccaatccctt
1261   aaaaccattc   tcagttcgga   ttgtaggctg   caactcgcct   acatgaagcc   ggaatcgcta
1321   gtaatcgcgg   atcagcatgc   cgcggtgaat   acgttcccgg   gccttgtaca   caccgcccgt
1381   cacaccacga   gagtttgtaa   cacccgaagt   cggtgaggta   acc
```

177. *Bacillus safensis*（沙福芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-177。*Bacillus safensis* Satomi et al.，2006，sp. nov.（沙福芽胞杆菌）。**★模式菌株：**FO-36b = ATCC BAA-1126 = NBRC 100820。**★16S rRNA 基因序列号：**AF234854。**★种名释意：***safensis* 是根据美国航天器组装车间（spacecraft-assembly facility）首字母缩写 SAF 而创造的词汇，根据其发音而翻译为沙福，故其中文名称为沙福芽胞杆菌［N.L. masc. adj. *safensis*，arbitrarily derived from SAF（the spacecraft-assembly facility at the Jet Propulsion Laboratory，Pasadena，CA，USA），from where the organism was first isolated］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 FO-36b^T 从太空船表面（火星奥德赛轨道上飞行的）、加利福尼亚州喷气推进实验室装备箱表面和佛罗里达州的肯尼迪航天中心的装配设施表面分离出 13 株嗜温异养菌的形成芽胞的革兰氏阳性异养菌。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.7）μm ×（1.0～1.2）μm］、嗜温、需氧、化能异养菌、革兰氏阳性。在 TSA 培养基上培养的菌落呈圆形、波浪形、深白色、不发光、边缘不规则。**★生理特性：**菌株生长温度是 10～50℃，最适生长温度为 30～37℃，在 4℃和 55℃不能生长，生长的 pH 为 5.6，生长盐浓度是 0～10% NaCl。在添加 1%甘氨酸和草酸盐的琼脂培养基上能生长，在添加 0.0001%溶解酵素的培养基上不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、碱性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶酶和酯酶为阳性。产 H_2S 和吲哚、明胶酶、淀粉酶、卵磷脂酶、DNA 酶、脲酶、胱氨酸芳基酰胺酶、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-半乳糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-岩藻糖苷酶、色氨酸脱氨酶、苯丙氨酸脱氨酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶及鸟氨酸脱羧酶均为阴性。硝酸钠不能被还原。能水解凝胶、七叶苷和 RNA，酪蛋白水解活性可变。V-P 反应为阳性。利用 D- 葡萄糖不产气。利用下列碳源产酸：D-葡萄糖、甘油、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、半乳糖、果糖、甘露糖、甘露醇、肌醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、D-松二糖及 D-己酮糖。利用下列碳源不产酸：L-木糖、D-阿拉伯糖、赤藓糖醇、核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、山梨醇、菊糖、棉籽糖、松三糖、淀粉、糖原、木糖醇、D-来苏糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸。下列碳源易被利用：柠檬

酸、苹果酸、D-葡萄糖、甘油、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、半乳糖、果糖、甘露糖、肌醇、甘露醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、异麦芽酮糖、D-松二糖、D-己酮糖、葡萄糖酸盐、乳酸盐、L-天冬氨酸和 L-谷氨酸。下列碳源不能被利用：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、山梨糖、半乳糖醇、山梨醇、菊糖、乳糖、松三糖、淀粉、糖原、木糖醇、D-来苏糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸、癸酸、己二酸、苯乙酸、丙酸盐和甘氨酸。鼠李糖利用能力可变。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$ 及 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.0 mol%～41.4 mol%。16S rRNA 系统进化分析结果表明，菌株 FO-36b^T 与 *B. pumilus* 具有最高的同源性，为 99.9%；但是 *gyrB* 序列与 *B. pumilus* 仅有 91.2%的同源性，而且与 *B. pumilus* 的 DNA-DNA 杂交关联度为 54%～66%。16S rRNA 基因序列如下。

1	tgcagtcgag	cggacagaag	ggagcttgct	cccggatgtt	agcggcggac	gggtgagtaa
61	cacgtgggta	acctgcctgt	aagactggga	taactccggg	aaaccggagc	taataccgga
121	tagttccttg	aaccgcatgg	ttcaaggatg	aaagacggtt	tcggctgtca	cttacagatg
181	gacccgcggc	gcattagcta	gttggtgggg	taatggctca	ccaaggcgac	gatgcgtagc
241	cgacctgaga	gggtgatcgg	ccacactggg	actgagacac	ggcccagact	cctacgggag
301	gcagcagtag	ggaatcttcc	gcaatggacg	aaagtctgac	ggagcaacgc	cgcgtgagtg
361	atgaaggttt	tcggatcgta	aagctctgtt	gttagggaag	aacaagtgcg	agagtaactg
421	ctcgcacctt	gacggtacct	aaccagaaag	ccacggctaa	ctacgtgcca	gcagccgcgg
481	taatacgtag	gtggcaagcg	ttgtccggaa	ttattgggcg	taaagggctc	gcaggcggtt
541	tcttaagtct	gatgtgaaag	cccccggctc	aaccggggag	ggtcattgga	aactgggaaa
601	cttgagtgca	gaagaggaga	gtggaattcc	acgtgtagcg	gtgaaatgcg	tagagatgtg
661	gaggaacacc	agtggcgaag	gcgactctct	ggtctgtaac	tgacgctgag	gagcgaaagc
721	gtggggagcg	aacaggatta	gataccctgg	tagtccacgc	cgtaaacgat	gagtgctaag
781	tgttaggggg	tttccgcccc	ttagtgctgc	agctaacgca	ttaagcactc	cgcctgggga
841	gtacggtcgc	aagactgaaa	ctcaaaggaa	ttgacggggg	cccgcacaag	cggtggagca
901	tgtggtttaa	ttcgaagcaa	cgcgaagaac	cttaccaggt	cttgacatcc	tctgacaacc
961	ctagagatag	ggctttccct	tcggggacag	agtgacaggt	ggtgcatggt	tgtcgtcagc
1021	tcgtgtcgtg	agatgttggg	ttaagtcccg	caacgagcgc	aacccttgat	cttagttgcc
1081	agcattcagt	tgggcactct	aaggtgactg	ccggtgacaa	accggaggaa	ggtggggatg
1141	acgtcaaatc	atcatgcccc	ttatgacctg	ggctacacac	gtgctacaat	ggacagaaca
1201	aagggctgca	agaccgcaag	gtttagccaa	tcccataaat	ctgttctcag	ttcggatcgc
1261	agtctgcaac	tcgactgcgt	gaagctggaa	tcgctagtaa	tcgcggatca	gcatgccgcg
1321	gtgaatacgt	tcccgggcct	tgtacacacc	gcccgtcaca	ccacgagagt	ttgcaacacc
1381	cgaagtcggt	gaggtaacct	ttatggagcc	agccgccgaa	ggtggggcag	atga

178. *Bacillus salarius*（盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-178。*Bacillus salarius* Lim et al.，2006，sp. nov.（盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BH169 = DSM 16461 = KCTC 3912。**★16S rRNA 基因序列号：**AY667494。**★种名释意：***salarius* 为盐之意，故其中文名称为盐芽胞杆菌（L. masc. adj. *salarius*，of or

belonging to salt）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BH169[T] 是从我国新疆盐湖中分离得到的。★形态特征：细胞短杆状［（0.3～0.5）μm ×（1.3～1.9）μm］，严格好氧，革兰氏阳性，无鞭毛，不运动。★生理特性：生长温度是 15～40℃（最适生长温度为 30℃），生长 pH 是 6.8～9.5（最适生长 pH 为 8.0），能在 3%～20%（w/v）NaCl 条件下生长。★生化特性：过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。能水解七叶苷，不能水解酪蛋白、淀粉、吐温 80、L-酪氨酸、次黄嘌呤、黄嘌呤和尿素。利用下列碳源产酸：D-葡萄糖、D-海藻糖、麦芽糖、D-木糖、L-阿拉伯糖、甘油、L-鼠李糖、D-果糖、D-甘露醇、D-水杨苷、D-甘露糖、D-核糖、α-D-乳糖及 D-蜜二糖。不能利用下列碳源产酸：核糖醇、D-棉籽糖或熊果苷。★化学特性：细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁肽聚糖类型为 A1γ，特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。★分子特性：DNA 中 G+C 含量为 43 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明与芽胞杆菌属种类的模式菌株同源性在 93%以下。16S rRNA 基因序列如下。

1　tgacgatggt　ggaacgagcg　gcggacgggt　gagtaacacg　tgggcaacct　accttttaga
61　ctgggataac　cccgggaaac　cggagctaat　accagatagc　cccatcgatc　acctgatcga
121　tgggagaaag　cggggagtaa　tcctcgccct　agaagatggg　cccgcggcgc　attagctagt
181　tggggaggta　aaggcttccc　aaggcaacga　tgcgtagccg　acctgagagg　gtgatcggcc
241　acactgggac　tgagacacgg　cccagactcc　tacgggaggc　agcagtaggg　aatcatccgc
301　aatgggcgaa　agcctgacgg　tgcaacgccg　cgtgagtgaa　gaaggttttc　ggatcgtaaa
361　gctctgttat　ccgagaagaa　caaggactgg　tcgaataggc　cggtcccctg　acggtaccgg
421　atcagaaagc　cccggctaac　tacgtgccag　cagccgcggt　aatacgtagg　gggcaagcgt
481　tgttccggaa　ttattgggcg　taaagggcgc　gcaggcggtt　tcctaagtct　gatgtgaaag
541　gccacggctc　aaccgtggaa　tggcattgga　aactggggaa　cttgagtaca　ggagaggaga
601　gtggaattcc　acgtgtagcg　gtgaaatgcg　tagagatgtg　gaggaacacc　agtggcgaag
661　cggctctctg　gcctgtaact　gacgctgagg　cgcgaaagcg　tggggagcga　acaggattag
721　ataccctggt　agtccacgcc　gtaaacgttg　agtgctaggt　gttaggggtt　tcgacaccct
781　tagtgccgaa　gcaaacgcat　taagcactcc　gcctggggag　tacgaccgca　aggttgaaac
841　tcaaaggaat　tgacgggggc　ccgcacaagc　ggtggagcat　gtggtttaat　tcgacgcaac
901　gcgaagaacc　ttaccaggtc　ttgacatctt　ttgctacttc　tagagataga　aggttcccct
961　tcgggggaca　aaatgacagg　tggtgcatgg　ttgtcgtcag　ctcgtgtcgt　gagatgttgg
1021　gttaagtccc　gcaacgagcg　caacccttaa　tcttagttgc　cagcattgag　ttgggcactc
1081　taaggtgact　gccggtgaca　aaccggagga　aggtggggat　gacgtcaaat　catcatgccc
1141　cttatgacct　gggctacaca　cgtgctacaa　tggatggtac　agagggagc　gaagccgtga
1201　ggtggagcga　atctcaaaaa　gccattctca　gttcggactg　caggctgcaa　ctcgcctgca
1261　tgaagccgga　atcgctagta　atcgcggatc　agcatgccgc　ggtgaatacg　ttcccgggcc
1321　ttgtacacac　cgcccgtcac　accacgagag　cttgcaacac　ccgaagtcgg　tgaggtaacc

179. *Bacillus saliphilus*（喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-179。*Bacillus saliphilus* Romano et al.，2005，sp. nov.（喜盐芽胞杆菌）。★模式菌株：6AG ＝ ATCC BAA-957 ＝ DSM 15402。★**16S rRNA** 基因序列号：AJ493660。★种名释意：*saliphilus* 中 *sal salis* 为盐之意，*philus* 为喜好之意，故其中文

名称为喜盐芽胞杆菌[L. n. *sal salis*，salt；N.L. masc. adj. *philus*（from Gr. masc. adj. *philos*），loving；N.L. masc. adj. *saliphilus*，loving salt]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 6AG[T] 是从坎帕尼亚地区的矿物池的海藻丛里（意大利南部）分离得到的。★形态特征：细胞革兰氏阳性，规则球形，直径为 0.8～0.9 μm。菌落呈黄色。★生理特性：嗜温、嗜盐、嗜碱。生长温度是 4～50℃，最适生长温度为 37℃，生长 pH 为 7～10（最适 pH 为 9.0），生长的盐浓度是 1%～25%（w/v），最适生长盐浓度为 16%。下列抗生素会抑制菌株生长：氯霉素（10 μg）、红霉素（5 μg，30 μg）、杆菌肽（10 μg）、万古霉素（30 μg）、氨苄西林（25 μg）、夫西地酸（10 μg）、链霉素（25 μg）和新生霉素（30 μg）。在有青霉素 G（2 μg，10 IU）、四环素（30 μg，50 μg）、卡那霉素（30 μg）、新霉素（30 μg）和庆大霉素（30 μg）存在时能生长。★生化特性：以葡萄糖为碳源时能生长。氧化酶、明胶酶、酪氨酸分解和硝酸盐还原为阳性。不能水解淀粉、酪蛋白、马尿酸盐和苯丙氨酸。过氧化氢酶为弱阳性。α-葡萄糖苷酶为阳性。★化学特性：主要呼吸醌为 MK-7（70%）。主要极性脂为未知磷脂和二磷脂酰甘油。细胞的主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{17:0}$。★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 48.4 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctggcggcgt gcctaataca tgcaagtcga gcgcaggaaa ccggcggaac ccttcggggg
61    gaagccggtg gaatgagcgg cggacgggtg agtaacacgt gggcaacctg cctttcagac
121   cggaataacc ccgggaaacc ggggctaatg ccggataatc aagcggttcg catgaaccgc
181   ttgtaaaagg ggggagtttt ctcctcccac tggaagatgg gcccgcggcg cattagcttg
241   ttggtggggt aacggcctac caaggcgacg atgcgtagcc gacctgagag ggtgatcggc
301   cacactggaa ctgagacacg gtccagactc ctacgggagg cagcagtagg gaatcatccg
361   caatgggcga aagcctgacg gtgcaacgcc gcgtgaacga agaaggtttt cggatcgtaa
421   agttctgttg tgagggaaga acacgtgccg gtcgaacagg ccggcacctt gacggtacct
481   cacgagaaag ccccggctaa ctacgtgcca gcagccgcgg taatacgtag gggcaagcg
541   ttgtccggaa ttattgggcg taaagcgcac gcaggcggtc tcgtaagtct gatgtgaaag
601   cccacggctc aaccgtggag ggtcattgga aactgggaga cttgagtgta ggagaggaaa
661   gtggaattcc acgtgtagcg gtgaaatgcg tagatatgtg gaggaacacc agtggcgaag
721   gcgactttct ggcctacaac tgacgctgag gtgcgaaagc gtggggagca aacaggatta
781   gataccctgg tagtccacgc cgtaaacgtt gagtgctagg tgttaggggt ttcgatgccc
841   ttagtgccga agttaacaca ttaagcactc cgcctgggga gtacggccgc aaggctgaaa
901   ctcaaaggaa ttgacggggg cccgcacaag cagtggagca tgtggtttaa ttcgacgcaa
961   cgcgaagaac cttaccaggt cttgacatcc tttgcccgct ctggagacag agttttcccc
1021  ttcgggggac aaagtgacag gtggtgcatg gttgtcgtca gctcgtgtcg tgagatgttg
1081  ggttaagtcc cgcaacgagc gcaacccttg accttagttg ccagcattca gttgggcact
1141  ctagggtgac tgccggtgac aaaccggagg aaggtgggga cgacgtcaaa tcatcatgcc
1201  ccttatgacc tgggctacac acgtgctaca atggatggta caaagggtgg cgaagccgcg
1261  aggtggagcg aatcccagaa agccattctc agttcggatt gcaggctgca actcgcctgc
1321  atgaagccgg aattgctagt aatcgcggat cagcatgccg cggtgaatac gttcccgggc
1381  cttgtacaca ccgcccgtca caccacgaga gtttgtaaca cccgaagtcg gtgaggtaac
1441  ccttacgggg gccagccgcc gaaggtggga cagatgattg gggtgaagtc gtaacaaggt
1501  atccgtaccg gaaggtgcgg ctgg
```

180. *Bacillus salsus*（好盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-180。*Bacillus salsus* Amoozegar et al.，2012，sp. nov.（好盐芽胞杆菌）。★**模式菌株：**A24 = IBRC-M 10078 = KCTC 13816。★**16S rRNA 基因序列号：**HQ433466。★**种名释意：***salsus* 为多盐之意，故其中文名称为好盐芽胞杆菌（sal′sus. L. masc. adj. *salsus*，salted，salty；intended to mean salt-loving）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 A24^T 是从伊朗阿巴德高盐度湖泊中分离得到的。★**形态特征：**细胞杆状［0.5 μm ×（3.0～5.0）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、略有嗜盐、可运动。芽胞椭圆形，端生，胞囊膨大。在 3% MSNA 培养基上 35℃培养 48 h 后形成的菌落直径为 2～2.5 mm、呈不规则、凸起、粉红色、波状轮廓。★**生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 10～40℃、7.0～9.0 和 0.5%～7.5%；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 35℃、8.0 和 3%。对下列化合物敏感：阿米卡星（30 μg）、阿莫西林（30 μg）、杆菌肽（10 U）、羧苄西林（100 μg）、氯霉素（30 μg）、红霉素（15 μg）、庆大霉素（30 μg）、卡那霉素（30 μg）、呋喃妥因（300 μg）、链霉素（10 μg）、四环素（30 μg）和妥布霉素（10 μg）。耐下列抗生素：萘啶酸（30 μg）、新霉素（30 μg）、多黏菌素 B（100 U）和利福平（5 μg）。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解七叶苷、淀粉、吐温 20、吐温 40 和吐温 60，不能水解酪蛋白、明胶、DNA 和吐温 80。硝酸盐能被还原。不产吲哚和 H_2S，甲基红和 V-P 反应为阴性。脲酶、β-半乳糖苷酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶和苯丙氨酸脱氨酶为阴性。能利用下列化合物为唯一碳源和能源：阿拉伯糖、纤维二糖、D-葡萄糖、半乳糖、D-甘露糖、D-核糖、蔗糖、甘露醇、D-果糖、麦芽糖、棉籽糖、淀粉、海藻糖、木糖、丙氨酸、亮氨酸和脯氨酸。不能利用下列化合物为唯一碳源和能源：蜜二糖、甘油、甘氨酸、L-天冬酰胺、L-精氨酸、半胱氨酸、L-组氨酸、甲硫氨酸、苯丙氨酸、酪氨酸和缬氨酸。利用下列化合物能产酸：D-葡萄糖、D-果糖、半乳糖、乳糖、蔗糖、麦芽糖、D-甘露醇和 D-核糖。★**化学特性：**极性脂质为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和两个未知的磷脂。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。肽聚糖特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35.9 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 A24^T 与 *B. alkalitelluris* BA288^T、*B. herbersteinensis* D-15a^T 和 *B. litoralis* SW-211^T 的同源性分别为 97.2%、96.0%和 95.6%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 A24^T 与 *B. alkalitelluris* IBRC-M 10596^T 的关联度为 8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  catggctcag  gatgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    ggatctgagg  gagcttgctc  ccaaagatta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa
121   tctgcctgta  agactgggat  aacttcggga  aaccggagct  aataccggat  aatatagaga
181   accgcatggt  tctctattaa  aagatggttt  cggctatcac  ttacagatga  gcccgcggcg
241   cattagctag  ttggtgaggt  aatggctcac  caaggcaacg  atgcgtagcc  gacctgagag
301   ggtgatcggc  cacactggga  ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg
361   gaatcttccg  caatggacga  aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgaacga  tgaaggcctt
421   cgggtcgtaa  agttctgttg  ttaaggaaga  acaagtacga  gagtaactgc  tcgtaccttg
481   acggtactta  accagaaagc  cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg
541   tggcaagcgt  tatccggaat  tattgggcgt  aaagcgctcg  caggcggtcc  tttaagtctg
```

```
601    atgtgaaagc  ccacggctca  accgtggagg  gtcattggaa  actgggggac  ttgagtgcag
661    aagaggagag  tggaattcca  cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca
721    gtggcgaagg  cgactctctg  gtctgtaact  gacgctgagg  agcgaaagcg  tggggagcga
781    acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagagggt
841    ttccgccctt  tagtgctgca  gctaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggtcgca
901    agactgaaac  tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat
961    tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatccc  aatgacctcc  ctagagatag
1021   ggctttacct  tcgggtacat  tggtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt
1081   gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccttga  tcttagttgc  cagcattcag
1141   ttgggcactc  taaggtgact  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat
1201   catcatgccc  cttatgacct  gggctacaca  cgtgctacaa  tggatggtac  aaagggcagc
1261   aaaaccgcga  ggttaagcga  atcccataaa  accattctca  gttcggattg  taggctgcaa
1321   ctcgcctaca  tgaagctgga  atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg
1381   ttcccgggcc  ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  tttgtaacac  ccgaagtcgg
1441   tggggtaacc  gtaaggagcc  agccgc
```

181. *Bacillus sediminis*（沉积物芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-181。*Bacillus sediminis* Zhen et al.，2013，sp. nov.（沉积物芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DX-5 = CGMCC 1.12412 = KCTC 33102。**★16S rRNA 基因序列号：**KC311559。**★种名释意：***sediminis* 为沉积物之意，故其中文名称为沉积物芽胞杆菌（se.di′mi.nis. L. gen. n. *sediminis*，of sediment）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DX-5^T 是从电活性生物膜中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（1.5～1.8）μm ×（0.6～0.7）μm］、革兰氏阳性、兼性厌氧、以周生鞭毛运动，形成芽胞、圆柱形或椭球形、中生。TSA 培养基上 50℃培养 1 d 后形成的菌落直径为 2～3 mm、呈卡其色、圆形、光滑、扁平、边缘整齐。**★生理特性：**生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 35～60℃、7.0～10.0 和 0.5%～10%（w/v）；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别为 50℃、8.0 和 0.5%～3% NaCl。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能利用柠檬酸盐，不能还原硝酸盐，不产 3-羟基丁酮、H_2S 和吲哚。β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶和色氨酸脱氨酶为阴性。能水解明胶，不能水解七叶苷、吐温 80、淀粉和酪蛋白。API 50CH 测试结果表明，能利用下列碳源产酸：D-核糖、D-果糖、L-山梨糖、D-已酮糖和 5-酮基-葡萄糖酸钾。不能利用下列碳源产酸：甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基- β- D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、D-纤维二糖、D-麦芽糖、D-乳糖、D-蜜二糖、D-蔗糖、D-海藻糖、菊糖、D-松三糖、D-棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、异麦芽酮糖、D-松二糖、D-来苏糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾及 2-酮基葡萄糖酸钾。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂质为二磷脂酰甘油、磷脂、糖脂、氨基糖脂质和未知磷脂。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 46.6 mol%；16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 DX-5^T

与 *B. fortis* DSM 16012^{T}、*B. composti* KACC 16872^{T} 和 *B. fordii* DSM 16014^{T} 的同源性分别为 96.3%、96.3%和 95.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gggggggggg  tgctatacat  gcagtcgagc  ggatgaaggg  agcttgctcc  ccggattcag
61    cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtgggcaac  ctgcctgtaa  gactgggata  actccgggaa
121   accggggcta  ataccggata  acttctttct  tcgcatgaag  agaggttaaa  agacggttat
181   gctgtcactt  acagatgggc  ccgcggcgca  ttagctggtt  ggtagggtaa  cggcctacca
241   aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca  cactgggact  gagacacggc
301   ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca  atggacgaaa  gtctgacgga
361   gcaacgccgc  gtgagtgacg  aaggccttcg  ggtcgtaaaa  ctctgttatc  agggaagaac
421   aagtgccgtt  taactggcgg  cgccatgacg  gtacctgacc  agaaagccac  ggctaactac
481   gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggtgg  caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa
541   gcgcgcgcag  gcggcttctt  aagtctgatg  tgaaagccca  cggctcaacc  gtggagggtc
601   attggaaact  gggaggcttg  agtgcagaag  agaagagcgg  aattccacgt  gtagcggtga
661   aatgcgtaga  gatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaggcgg  ctctttggtc  tgtaactgac
721   gctgaggcgc  gaaagcgtgg  gtagcgaaca  ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta
781   aacgatgagt  gctaagtgtt  agggggtttc  cgccccttag  tgctgcagca  aacgcattaa
841   gcactccgcc  tggggagtac  ggccgcaagg  ctgaaactca  aaggaattga  cgggggcccg
901   cacaagcggt  ggagcatgtg  gtttaattcg  aagcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg
961   acatcccgct  gaccgtcctg  gagacagggc  tttcccttcg  gggacagcgg  tgacaggtgg
1021  tgcatggttg  tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgggtt  aagtcccgca  acgagcgcaa
1081  cccttgattt  tagttgccac  cattaggttg  ggcactttaa  ggtgactgcc  ggtgacaaac
1141  cggaggaagg  tggggatgac  gtcaaatcat  catgcccctt  atgacctggg  ctacacacgt
1201  gttacaatgg  atggtacaaa  gggcagcgag  accgcaaggt  ggagcgaatc  ccataaaacc
1261  attttcagtt  cggattgcag  gctgcaattc  gcctgcatga  agccggaatc  gttagtaatc
1321  gtggatcacc  atgccacggt  gaatacgttc  ccggcccttg  tacacaccgc  ccgtcacacc
1381  acgagagttt  gtaacaccgg  aagtcggtgg  ggtaaccata  tggagccagc  cgccgaaggt
1441  gatct
```

182. *Bacillus selenatarsenatis*（硒砷芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-182。*Bacillus selenatarsenatis* Yamamura et al.，2007，sp. nov.（硒砷芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SF-1 = DSM 18680 = JCM 14380。**★16S rRNA 基因序列号：**AB262082。**★种名释意：***selenatarsenatis* 中 *selenas -atis* 为硒之意，*arsenas -atis* 为砷之意，故其中文名称为硒砷芽胞杆菌（N.L. n. *selenas -atis*，selenate；N.L. n. *arsenas -atis* arsenate；N.L. gen. n. *selenatarsenatis*，of selenate and arsenate）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SF-1^{T} 是从日本一个玻璃厂流出的富含砷的污染物中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［1 μm ×（3～6）μm］、可运动、形成芽胞、兼性厌氧、革兰氏阳性、以砷和硝酸盐作为终端电子受体。菌落圆形，呈白色。**★生理特性：**生长温度为 25～40℃，生长 pH 为 7.5～9.0，在 NaCl 浓度为 2%～5%时生长，但在 7% NaCl 浓度下不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶、β-半乳糖苷酶、硝酸钠还原为阳性。产 H_2S。氧化酶、V-P 反应、吲哚产生及苯丙氨酸脱氨酶为阴性。能水解明胶和淀粉。利用下列碳源产酸：D-木糖、葡萄糖、果糖、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、

麦芽糖、蔗糖、海藻糖、淀粉、糖原、龙胆和 5-酮基葡萄糖酸。不能利用下列碳源产酸：甘油、甲基赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、核糖、L-木糖、核糖醇、β-D-木糖苷、半乳糖、甘露糖、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡糖糖苷，N-乙酰葡萄糖胺、乳糖、蜜二糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、木糖醇、D-松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐或 2-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:1\omega10c}$ 和 $C_{16:1\omega7c}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.8 mol%。虽然菌株 SF-1^T 与 *B. jeotgali* JCM 10885^T 的 16S rRNA 基因序列同源性为 99.6%，但 DNA-DNA 杂交关联度为 14%，明显低于划分种的阈值。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gcggatcttc  attagcttgc  ttttgaagat  cagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc
61      aacctgcctg  taagactggg  ataacttcgg  gaaaccggag  ctaataccgg  ataatccatt
121     ccctcacatg  agggaatgct  gaaagacggt  ttcggctgtc  acttacagat  gggcccgcgg
181     cgcattagct  agttggtgag  gtaacggctc  accaaggcaa  cgatgcgtag  ccgacctgag
241     agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta
301     gggaatcttc  cgcaatggac  gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgaac  gatgaaggct
361     ttcgggtcgt  aaagttctgt  tgtcagggaa  gaacaagtac  cggagtaact  gccggtacct
421     tgacggtacc  tgaccagaaa  gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta
481     ggtggcaagc  gttgtccgga  attatgggc   gtaaagcgcg  cgcaggcggt  tccttaagtc
541     tgatgtgaaa  gcccccggct  caaccgggga  gggtcattgg  aaactgggga  acttgagtgc
601     agaagaggag  agcggaattc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac
661     cagtggcgaa  ggcggctctc  tggtctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc
721     gaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctaa  gtgttagagg
781     gtttccgccc  tttagtgctg  cagcaaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggccg
841     caaggctgaa  actcaaagga  attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta
901     attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ctctgacaac  cctagagata
961     gggcgttccc  cttcggggga  cagagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc
1021    gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcattc
1081    agttgggcac  tctaaggtga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa
1141    atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac  aatggatgga  acaaagggtc
1201    gcgaagccgc  gaggtcgagc  caatcccata  aatccattct  cagttcggat  tgcaggctgc
1261    aactcgcctg  catgaagccg  gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata
1321    cgttcccggg  ccttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agtttgtaac  acccgaagtc
1381    ggtggggtaa  cctttatgga  gccagccgcc  taa
```

183. *Bacillus selenitireducens*（还原硒酸盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-183。*Bacillus selenitireducens* Switzer Blum et al.，2001，sp. nov.（还原硒酸盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MLS10 = ATCC 700615 = DSM 15326。**★16S rRNA 基因序列号：**AF064704。**★种名释意：***selenitireducens* 中 *selenis -itis* 为硒酸盐之意，*reducens* 为还原之意，故其中文名称为还原硒酸盐芽胞杆菌（N.L. n. *selenis -itis*，selenite；L. part. adj. *reducens*，reducing；N.L. part. adj. *selenitireducens*，reducing selenite）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MLS10 是从加利福尼亚州碱性、高盐、富含砷的水体

中分离得到的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，不运动，不形成芽胞，杆状［0.5 μm ×（2～6）μm］。**★生理特性：**其在硒（Ⅳ）（亚硒酸钠）、砷（Ⅴ）（砷酸盐）、硝酸盐、亚硝酸盐、三甲胺氧化物和延胡索酸作为电子受体时微弱需氧生长和厌氧呼吸生长。中度嗜盐，最适盐度为 24～60 g/L NaCl。中度嗜碱，最适生长 pH 为 8.5～10。**★生化特性：**在 20℃厌氧培养时，在乳酸/硒红色菌落/酵母提取物等培养基上可形成红色菌落，在果糖、葡萄糖或淀粉中可发酵培养。可利用乳酸、葡萄糖和丙酮酸盐作为电子受体。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（50.9%）、$C_{16:1\omega11c}$（14.1%）、iso-$C_{17:1\omega10c}$（9.1%）和 $C_{14:0}$（5%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 49.0 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gcaagtcgag cgcaggaagc tttctgaagc cttcgggngg acggaagtgg aatgagcggc
61    ggacgggtga gtaacacgtg ggcaacctgc cctgcagacc gggacaacct cgtgaaaatg
121   aggctaatac cggatgacca ttggcaccgc atggtgccng atgtaaaaga ggggattcgt
181   cctctcactg caggatgggc ccgcggcgca ttagctagtt ggtgaggtaa gggctcacca
241   aggcgacgat gcgtagccga cctgagaggg tgatcggcca cactgggact gagacacggc
301   ccagactcct acgggaggca gcagtaggga atcatccgca atgggcgaaa gcctgacggt
361   gcaatgccgc gtgtacgatg aagttctcgg atcgtaaagt tctgttatga gggaagaaca
421   agtgccgttt gaataaggcg gcaccttgac ggtacctcac gagaaagccc cggctaacta
481   cgtgccagca gccgcggtaa tacgtagggg gcaagcgttg tccggaatta ttgggcgtaa
541   agcgcgcgca ggcggtctct taagtctgat gtgaaagccc accggctcaa ccgtggaggg
601   tcattggaaa ctgggagact tgagtgtaag agaggaaagt ggaattccac gtgtagcggt
661   gaaatgcgta gatatgtgga ggaacaccag tggcgaaggc gactttctgg cttacaactg
721   acgctgaggc gcgaaagcgt ggggagcaaa caggattaga taccctggta gtccacgccg
781   taaacgatga gtgctaggtg ttaggggttt cgataccctt agtgccgaag ttaacacatt
841   aagcactccg cctggggagt acggcncgca aggctgaaac tcaaaggaat tgacnggggg
901   cccngcacaa gcaagtggag crkgtggttt aattctgaar caacgcgaag aaccttcacc
961   aggtcnttga cntcctctga acatccagga gactggactt tccccttcgg gggacagagt
1021  gacaggtggt gcatggttgt cgtcagctcg tcgtcgtgag atgttgggtt aagtcccgca
1081  acgagcgcaa cccctgatct tagctgccag cattcagttn ggcactctaa ggtgactngc
1141  cggtgataaa cccggaggaa ggtggggatg acntcaaatc catcgatgcc ccttatcgac
1201  ctgggctaca cacstgctac aatggatggt acaatgggtt gcgaagccgc gatggtgaag
1261  ccaaatccca taaagcgcat tctcagttcn ggattgcagg ctgcaantcg cctgcgatga
1321  agcnaggant tgctnantna tctgtcggat cnagcatgcc agccggtgaa tacgttcccg
1381  gggccttgta cacaccgccc gtcacaccac gagagtttng aacacccgaa gtcggtgaat
1441  acctttgga
```

184. *Bacillus seohaeanensis*（西岸芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-184。*Bacillus seohaeanensis* Lee et al.，2006，sp. nov.（西岸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BH724 = DSM 16464 = KCTC 3913。**★16S rRNA 基因序列号：**AY667495。**★种名释意：***seohaeanensis* 意为模式菌株分离自韩国西海岸，故其中文名称为西岸芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *seohaeanensis*，of Seohaean，the Korean name for the west coast of Korea，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BH724^T 是从韩国 Taean 日晒盐场分离得到的。**★形**

态特征：细胞杆状［（0.5～0.6）μm ×（1.3～1.8）μm］、好氧、革兰氏阳性、形成芽胞、无鞭毛、不运动。菌落圆形至略不规则、呈奶油色、光滑。**★生理特性：**菌株生长的盐浓度和温度分别为 0～10%（w/v）NaCl 和 15～50℃，其中最适盐浓度和温度分别为 3%（w/v）NaCl 和 40℃。盐浓度为 12%时，菌株不生长，生长的 pH 为 5.0～8.0，最适 pH 为 7.5。**★生化特性：**葡萄糖、果糖、麦芽糖、甘油、酵母提取物和蛋白胨可作为唯一碳源。过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。能水解七叶苷、酪蛋白和尿素，不能水解明胶、淀粉、L-酪氨酸、吐温 80、黄嘌呤和次黄嘌呤。利用下列碳源产酸：D-葡萄糖、麦芽糖、D-海藻糖、D-木糖、D-核糖、甘油、D-甘露醇、D-果糖、熊果苷和 D-甘露糖。不能利用下列碳源产酸：L-阿拉伯糖、D-鼠李糖、乳糖、核糖醇、D-棉籽糖、D-水杨苷和 D-蜜二糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 A1α，通过赖氨酸直接链接。主要呼吸醌是 MK-7。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39 mol%。16S rRNA 基因序列的同源性比对结果表明：菌株 BH724^T 与 *B. aquimaris* TF-12^T、*B. marisflavi* TF-11^T 和 *B. vietnamensis* JCM 11124^T 之间的基因序列同源性分别为 97.3%、97.2%和 97.0%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       agcggacaga  tgggagcttg  ctccctgatg  ttagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg
61      taacctacct  ttaagactgg  gataactccg  ggaaaccggg  gctaataccg  gataayatct
121     ttctttgcat  aaagagagat  tgaaagatgg  cttttgctat  cacttataga  tggacccgcg
181     gcgcattagc  tagttggtga  ggtaacggct  caccaaggcg  acgatgcgta  gccgacctga
241     gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt
301     agggaatctt  ccgcaatgga  cgaaagtctg  acggagcaac  gccgcgtgag  tgatgaaggt
361     tttcggatcg  taaaactctg  ttgttaggga  agaacaagta  ccgttcaaat  agggcggtac
421     cttgacggta  cctaaccaga  aagccacggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
481     taggtggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtctcttaag
541     tctgatgtga  aagcccacgg  ctcaaccgtg  gagggtcatt  ggaaactggg  ggacttgagt
601     gcagaagagg  aaagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagatat  gtggaggaac
661     accagtggcg  aaggcgactt  tctggtctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga
721     gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aagtgttagg
781     gggtttccgc  cccttagtgc  tgcagctaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggt
841     cgcaagactg  aaactcaaag  gaattgacgg  gggcccgcac  aagcggtgga  gcatgtggtt
901     taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcctctgcta  cctctagaga
961     tagagggttc  cccttcgggg  gacagagtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg
1021    tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcat
1081    tcagttgggc  actctaagat  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc
1141    aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatggacg  gtacaaaggg
1201    cagcaagacc  gcgaggttta  gccaatccca  taaaaccgtt  ctcagttcgg  attgtaggct
1261    gcaactcgcc  tacatgaagc  tggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa
1321    tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttgta  acacccgaag
1381    tcggtggggt  aacctttagg  g
```

185. *Bacillus shacheensis*（莎车芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-185。*Bacillus shacheensis* Lei et al.，2014，sp. nov.（莎车芽胞杆菌）。

★模式菌株：HNA-14 = KCTC 33145 = DSM 26902。**★16S rRNA 基因序列号：**HQ620634。**★种名释意：***shacheensis* 意为模式菌株分离自我国新疆莎车，故其中文名称为莎车芽胞杆菌（sha.che.en′sis. N.L. masc. adj. *shacheensis* pertaining to Shache County，Xinjiang Province，China，the source of the sample from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 HNA-14^T 是从我国新疆莎车县盐碱地土壤样品中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.8）μm ×（1.0～1.5）μm］、革兰氏阳性、专性需氧、中度嗜盐。芽胞椭球形，次端生，胞囊膨大。菌落呈圆形、光滑和浅黄色。**★生理特性：**生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别为 5～40℃、7.0～10 和 0.5%～20%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别为 30℃、8.0 和 5%～10%。**★生化特性：**能水解酪蛋白、明胶、淀粉和吐温 40，不能水解吐温 20、吐温 60 和吐温 80。硝酸盐不能被还原。脲酶、卵黄、甲基红、V-P 反应为阴性。不产 H_2S 和吲哚。Biolog GEN III 结果表明，能利用下列物质：D-麦芽糖、D-海藻糖、D-纤维二糖、异麦芽酮糖、蔗糖、D-松二糖、水苏糖、D-棉籽糖、α-D-乳糖、D-水杨苷、β-N-甲基-D-葡糖苷、D-山梨醇、D-阿糖醇、肌醇、果胶、D-葡萄糖酸、D-葡萄糖醛酸、葡糖醛酰胺、L-乳酸、D-苹果酸、氯化锂、吐温 40、α-羟基丁酸、β-羟基-丁酸、L-丁酸、乙酰乙酸、丙酸、丁酸钠和溴酸钠。不能利用下列物质：糊精、D-蜜二糖、N-乙酰基-D-葡萄糖胺、N-乙酰基-β-D-甘露糖胺，N-乙酰基 D-半乳糖胺、N-乙酰基神经氨酸、α-D-葡萄糖、D-甘露糖、D-果糖、D-半乳糖、3-甲基葡萄糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、L-鼠李糖、肌苷、1%乳酸钠、夫西地酸、D-丝氨酸、D-甘露醇、甘油、D-葡萄糖-6-磷酸、D-果糖-6-磷酸、D-天冬氨酸、D-丝氨酸、甘氨酰-L-脯氨酸、L-丙氨酸、L-精氨酸、L-天冬氨酸、L-谷氨酸、L-组氨酸、L-焦谷氨酸、L-丝氨酸、林可霉素、盐酸胍、4-异辛醇硫酸钠、D-半乳糖醛酸、L-半乳糖酸内酯、半乳糖酸、奎尼酸、D-葡萄糖酸、对-羟基-苯基乙酸、丙酮酸甲酯、D-乳酸甲酯、柠檬酸、α-酮戊二酸、溴代琥珀酸、萘啶酸、亚碲酸钾、γ-氨基丁酸、α-酮丁酸和甲酸。下列酶活性为阳性：酯酶（C4)、酯酶（C8)、缬氨酸芳基酰胺酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶和酸性磷酸酶。下列酶活性为阴性：碱性磷酸酶、酯酶（C14)、亮氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、α-半乳糖苷酶、β-葡糖苷酸酶、α-葡糖苷酶、β-葡糖苷酶、N-乙酰基-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。细胞的主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。极性脂质包括二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰肌醇、磷脂酰肌醇甘糖苷和两个未知的磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.6 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 HNA-14^T 与 *B. clausii* KSM-K16、*B. xiaoxiensis* DSM 21943^T、*B. clausii* DSM 8716^T、*B. patagoniensis*PAT05^T、*B. lehensis* MLB-2^T、*B. oshimensis* K11^T 和 *B. hunanensis* DSM 23008^T 的同源性分别为 96.5%、96.2%、96.1%、96.1%、96.0%、95.9%和 95.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tcagagtttg  atcctggctc  aggacgaacg  ctggcggcat  gcctaataca  tgcaagtcga
61    gcgaaccaaa  gggagcttgc  tcccggaggt  tagcggcgga  cgggtgagta  ccacgtgggc
121   aacctgcccc  atggacgggg  ataactccgg  gaaaccggag  ctaataccgg  ataagaccga
181   ccttcgcctg  gaggttggtt  gaaagatggc  ctttaaggct  atcaccaagg  gatgggcccg
241   cggcgcatta  gctagttggt  aaggtaaagg  cttaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct
```

```
301   gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca
361   gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  atgccgcgtg  agtgaggaag
421   gccttcgggt  cgtaaagctc  tgttgcgagg  gaagaagcaa  gtaccggtgg  ataacgccgg
481   taccctgacg  gtacctcgcc  agaaagccac  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat
541   acgtaggtgg  caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggcttctt
601   aagtctgatg  tgaaatctcg  gggctcaacc  ccgagcggcc  attggaaact  ggggagcttg
661   agtgcagaag  aggagagtgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg
721   aacaccagtg  gcgaaggcga  ctctctggtc  tgtaactgac  gctgaggcgc  gaaagcgtgg
781   ggagcaaaca  ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgagt  gctaggtgtt
841   aggggtttcg  atgcccgtag  tgccgaagtc  aacacattaa  gcactccgcc  tggggagtac
901   ggccgcaagg  ctgaaactca  aaggaattga  cggggacccg  cacaagcagt  ggagcatgtg
961   gtttaattcg  atgcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg  acatcctttg  accaccctgg
1021  agacagggct  tccccttcgg  gggcaaagtg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt
1081  gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttaatctta  gttgccagca
1141  ttgagttggg  cactctaagg  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggacgacgt
1201  caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct  acacacgtgc  tacaatggat  ggtacaacgg
1261  gtagcgaagc  cgtgaggtga  agccaatccc  agaaagccat  tctcagttcg  gattgcaggc
1321  tgcaactcgc  ctgcatgaag  ccggaattgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga
1381  atacgttccc  gggtcttgta  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagtttgt  aacacccgaa
1441  gtcggtgagg  taacctttgg  agccagccgc  ctaaggtggg  acagatgatt  ggggtgaagt
1501  cgtaacaagg  tagccgtatc  ggaaggtgcg  gctggatcac  ctccttaagc  ttggtacccg
1561  ggaatctcta
```

186. *Bacillus shackletonii*（沙氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-186。*Bacillus shackletonii* Logan et al.，2004，sp. nov.（沙氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SSI024 = Logan collection number B1724 = CIP 107762 = LMG 18435。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ250318。**★种名释意：***shackletonii* 意为 Shackleton，旨在纪念南极科考家 Sir Ernest Shackleton，故其中文名称为沙氏芽胞杆菌（N.L. gen. n. *shackletonii*，of Shackleton，referring to RRS Shackleton，the ship used by the first British scientific expedition to visit Candlemas Island，the vessel being named in honour of the celebrated Anglo-Irish Antarctic explorer Sir Ernest Shackleton）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SSI024^{T} 是从南桑威奇群岛北部的圣烛节岛东部火山熔岩流出口长满青苔的土壤样本中分离得到的。**★形态特征：**细胞可运动、圆杆状[（0.7～0.9）μm ×（2.5～4.5）μm]、单生。革兰氏染色可变，只有在 30℃以下培养或培养 18 h 才呈革兰氏阳性。芽胞端生，有时旁生，胞囊膨大。生长 2 d 的菌落直径为 2～5 mm、不透明、中心呈奶油色半透明、边缘不规则。**★生理特性：**最小的生长温度为 15～20℃，最适生长温度是 50～55℃，最小的生长 pH 是 4.5～5.0，最适生长 pH 是 7.0，最高生长 pH 是 8.5～9.0。对下列抗生素敏感：氨苄西林（25 μg）、氯霉素（50 μg）、硫酸多黏菌素 E（100 μg）、卡那霉素（30 μg）、萘啶酸（30 μg）、呋喃妥因（50 μg）、链霉素（25 μg）和四环素（100 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性。不易在酪蛋白培养基上生长，但能水解酪蛋白。不能水解淀粉。API 20E（30℃培养）研究结果显示，ONPG 水解缓慢，

精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸盐利用、产 H_2S 和吲哚、色氨酸脱氨酶、脲酶、V-P、明胶水解和硝酸盐还原为阴性。API 50 CH 研究结果显示，能水解七叶苷。利用下列碳源产酸不产气：苦杏仁苷、纤维二糖、D-葡萄糖、N-乙酰葡萄糖和水杨苷。利用下列碳源产酸活性弱：熊果苷、D-果糖、半乳糖、β-异麦芽酮糖、核糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-己酮糖、D-海藻糖。不能利用下列碳源产酸：核糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖、L-岩藻糖、葡萄糖酸、甘油、糖原、肌醇、菊糖、2-酮基-D-葡萄糖酸、5-酮基-D-葡萄糖酸、D-来苏糖、D-松三糖、蜜二糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基木糖苷、D-棉籽糖、鼠李糖、山梨醇、L-山梨糖、淀粉、蔗糖、D-松二糖、木糖醇、D-木糖、L-木糖。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（35%）、iso-$C_{15:0}$（31%）、iso-C16:0（6%）和 anteiso-$C_{17:0}$（18%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.8 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc ggacttttaa aagcttgctt
61    ttaaaagtta gcggcggacg ggtgagtaac acgtgggtaa cctgcctgta agactgggat
121   aactccggga aaccggggct aataccggat aacttctttc ctcgcatgag gaaagattga
181   aagatggctt cggctatcac ttacagatgg acccgcggcg cattagctag ttggtgaggt
241   aacggctcac caaggcracg atgcgtagcc gacctgagag ggtgatcggc cacactggga
301   ctgagacacg gcccagactc ctacgggagg cagcagtagg gaatcttccg caatggacga
361   aagtctgacg gagcaacgcc gcgtgagtga tgaaggtttt cggatcgtaa aactctgttg
421   ttagggaaga acaagtaycg ttcgaatagg gcggtacctt gacggtacct aaccagaaag
481   ccacggctaa ctacgtgcca gcagccgcgg taatacgtag gtggcaagcg ttgtccggaa
541   ttattgggcg taaagcgcgc gcaggcggtt tcttaagtct gatgtgaaag cccacggctc
601   aaccgtggag ggtcattgga aactgggaga cttgagtgca gaagaggaga gtggaattcc
661   acgtgtagcg gtgaaatgcg tagagatgtg gaggaacacc agtggcgaag gcgactctct
721   ggtctgtaac tgacgctgag gcgcgaaagc gtggggagcg aacaggatta gataccctgg
781   tagtccacgc cgtaaacgat gagtgctaag tgttagaggg tttccgccct ttagtgctgc
841   agctaacgca ttaagcactc cgcctgggga gtacggccgc aaggctgaaa ctcaaaggaa
901   ttgacggggg cccgcacaag cggtggagca tgtggtttaa ttcgaagcaa cgcgaagaac
961   cttaccaggt cttgacatcc tctgacaacc ctagagatag ggcgttcccc ttcgggggac
1021  agagtgacag gtggtgcatg gttgtcgtca gctcgtgtcg tgagatgttg ggttaagtcc
1081  cgcaacgagc gcaacccttg accttagttg ccagcattca gttgggcact ctaaggtgac
1141  tgccggtgac aaaccggagg aaggtgggga tgacgtcaaa tcatcatgcc ccttatgacc
1201  tgggctacac acgtgctaca atggatggta caaagggctg cgagaccgcg aggttaagcc
1261  aatcccataa aaccattctc agttcggatt gcaggctgca actcgcctgc atgaagccgg
1321  aatcgctagt aatcgcggat cagcatgccg cggtgaatac gttcccgggc cttgtacaca
1381  ccgcccgtca caccacgaga gtttgtaaca cccgaagtcg gtgaggtaac ctttggagc
1441  cagccgccga aggtgggaca gatgattggg gtgaagtcgt aacaaggtag ccgtatcgga
1501  agg
```

187. *Bacillus siamensis*（暹罗芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-187。*Bacillus siamensis* Sumpavapol et al.，2010，sp. nov.（暹罗芽

胞杆菌）。★**模式菌株：**PD-A10 = BCC 22614 = KCTC 13613。★**16S rRNA 基因序列号：**GQ281299。★**种名释意：***sianensis* 为泰国旧称暹罗之意，故其中文名称为暹罗芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *siamensis*，of or pertaining to Siam，the old name of Thailand，from where the type strain was isolated）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 PD-A10^T 是从泰国腌蟹中分离出来的。★**形态特征：**细胞呈杆状［（0.3～0.6）μm ×（1.5～3.5）μm］、革兰氏阳性、兼性厌氧、以周生鞭毛运动、单独或成对存在、能形成短链。形成芽胞、中生或次端生、胞囊膨大。TSA 培养基 37℃培养 2 d 后，形成的菌落直径为 3～4 mm，菌落呈奶油白色、黏稠、半透明。液体培养时，表面形成薄膜，其他部分培养基是均匀状的。★**生理特性：**菌株在 MacConkey 培养基上能生长，但在胆汁盐培养基上不生长。生长温度为 4～55℃，最适生长温度为 37℃，生长的 pH 是 4.5～9.0，最适 pH 是 6～7。生长的盐浓度是 0～14%，无 NaCl 存在时生长最适。★**生化特性：**过氧化氢酶和 V-P 反应为阳性。能水解七叶苷、酪蛋白、明胶、DNA 和淀粉，不能水解酪氨酸和吐温 80。硝酸盐被还原成亚硝酸盐。不产 H_2S 和吲哚。氧化酶、脲酶和甲基红反应为阴性。苯丙氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶为阴性。API ZYM 检测结果显示，碱性磷酸酯酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）和萘酚-AS-BI-磷酸水解酶为阳性，但酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、亮氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。利用下列碳源产酸：甘油、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、D-葡萄糖、D-果糖、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、柠檬酸铁、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蔗糖、棉籽糖、淀粉、糖原和异麦芽酮糖。不能利用下列碳源产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、N-乙酰氨基葡萄糖、海藻糖、菊糖、木糖醇、松三糖、松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾或 5-酮基葡萄糖酸钾。★**化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。极性脂包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺、糖脂、一种未知的氨基酸磷脂和 4 种未知的脂类。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.4 mol%，菌株 PD-A10^T 与 *B. amyloliquefaciens* NBRC 15535^T、*B. subtilis* DSM 10^T、*B. vallismortis* DSM 11031^T 和 *B. mojavensis* IFO 15718^T 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 99.5%、99.4%、99.4%和 99.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tttgagtttg  atcctggctc  aggacgaacg  ctggcggcgt  gcctaataca  tgcaagtcga
61    gcggacagat  gggagcttgc  tccctgatgt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggt
121   aacctgcctg  taagactggg  ataactccgg  gaaaccgggg  ctaataccgg  atggttgttt
181   gaaccgcatg  gttcagacat  aaaaggtggc  ttcggctacc  acttacagat  ggacccgcgg
241   cgcattagct  agttggtgag  gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag
301   agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta
361   gggaatcttc  cgcaatggac  gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagt  gatgaaggtt
421   ttcggatcgt  aaagctctgt  tgttagggaa  gaacaagtgc  cgttcaaata  gggcggcacc
```

481 ttgacggtac ctaaccagaa agccacggct aattacgtgc cagcagccgc ggtaatacgt
541 aggtggcaag cgttgtccgg aattattggg cgtaaagggc tcgcaggcgg tttcttaagt
601 ctgatgtgaa agcccccggc tcaaccgggg agggtcattg gaaactgggg aacttgagtg
661 cagaagagga gagtggaatt ccacgtgtag cggtgaaatg cgtagagatg tggaggaaca
721 ccagtggcga aggcgactct ctggtctgta actgacgctg aggagcgaaa gcgtggggag
781 cgaacaggat tagataccct ggtattccac gccgtaaacg atgagtgcta agtgttaggg
841 ggtttccgcc ccttagtgct gcagctaacg cattaagcac tccgcctggg gagtacgttc
901 gcaagactga aactcaaagg aattgacggg ggcccgcaca agcggtggag catgtggttt
961 aattcgaagc aacgcgaaga accttaccag gtcttgacat cctctgacaa tcctagagat
1021 aggacgtccc cttcgggggc agagtgacag gtggtgcatg gttgtcgtca gctcgtgtcg
1081 tgagatgttg ggttaagtcc cgcaacgagc gcaacccttg atcttagttg ccagcattca
1141 gttgggccac tctaaggtga ctgccggtga caaaccggag gaaggtgggg atgacgtcaa
1201 atcatcatgc cccttatgac ctgggctaca cacgtgctac aatggcaga acaaagggca
1261 gcgaaaccgc gaggttaagc caatcccaca aatctgttct cagttcggat cgcagtctgc
1321 aactcgactg cgtgaagctg gaatcgctag taatcgcgga tcagcatgcc gcggtgaata
1381 cgttcccggg ccttgtacac accgcccgtc acaccacgag agtttgtaac acccgaagtc
1441 ggtgaggtaa cctttatgga gccagccgcc gaaggtggga cgagatgatt ggggtgaatg
1501 cagtaacaag gtagccgatc gatgc

188. *Bacillus simplex*（简单芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-188。*Bacillus simplex* （ex Meyer and Gottheil，1901）Priest et al.，1989，sp. nov.，nom. rev.（简单芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ATCC 49097 = CCUG 28889 = CIP 106934 = DSM 1321 = IFO（now NBRC）15720 = JCM 12307 = LMG 11160 = NRRL NRS-960。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ439078。**★种名释意：***simplex* 为简单之意，故其中文名称为简单芽胞杆菌（L. masc. adj. *simplex*，simple）。

【种类描述】★菌株来源：该种的菌株主要分离自土壤，在全球广泛分布。**★形态特征：**细胞直杆状，直径为 0.7～0.9 μm，圆端或者偶尔略呈锥形，链状排列，偶尔单生或成对。运动。芽胞椭圆形，偶尔球形，中生、旁生或次端生，胞囊膨大不明显。革兰氏可变。在营养琼脂上 30℃培养 2 d 时，菌落直径是 3～6 mm，奶油色，光泽，边缘不规则，略微隆起。**生理特征：**大多数菌株严格需氧，部分菌株可在厌氧条件下的营养琼脂上微弱增长。生长温度为 20～30℃，45℃时不生长，最适生长 pH 7～9。酪蛋白水解可变，可水解淀粉。在 5% NaCl 生长可变，但不可在 7% NaCl 中生长。**生化特征：**氧化酶为阴性，过氧化氢酶为阳性。ONPG 水解、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶和鸟氨酸脱羧酶、产 H_2S 和吲哚、脲酶、V-P 反应为阴性。不能利用柠檬酸盐，明胶水解活性可变，硝酸盐被还原为亚硝酸盐。七叶苷水解活性可变或微弱。由 D-果糖、N-乙酰葡萄糖胺、D-葡萄糖、菊糖、D-海藻糖和蔗糖产酸但不产气。**化学特征：**主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.5 mol%～41.8 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1 cctggctcag gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc gaatcgatgg
61 gagcttgctc cctgagatta gcggcggacg ggtgagtaac acgtgggcaa cctgcctata

121	agactgggat	aacttcggga	aaccggagct	aataccggat	acgttctttt	ctcgcatgag
181	agaagatgga	aagacggttt	acgctgtcac	ttatagatgg	gcccgcggcg	cattagctag
241	ttggtgaggt	aatggctcac	caaggcgacg	atgcgtagcc	gacctgagag	ggtgatcggc
301	cacactggga	ctgagacacg	gcccagactc	ctacgggagg	cagcagtagg	gaatcttccg
361	caatggacga	aagtctgacg	gagcaacgcc	gcgtgaacga	agaaggcctt	cgggtcgtaa
421	agttctgttg	ttagggaaga	acaagtacca	gagtaactgc	tggtaccttg	acggtaccta
481	accagaaagc	cacggctaac	tacgtgccag	cagccgcggt	aatacgtagg	tggcaagcgt
541	tgtccggaat	tattgggcgt	aaagcgcgcg	caggtggttc	cttaagtctg	atgtgaaagc
601	ccacggctca	accgtggagg	gtcattggaa	actggggaac	ttgagtgcag	aagaggaaag
661	tggaattcca	agtgtagcgg	tgaaatgcgt	agagatttgg	aggaacacca	gtggcgaagg
721	cgactttctg	gtctgtaact	gacactgagg	cgcgaaagcg	tggggagcaa	acaggattag
781	ataccctggt	agtccacgcc	gtaaacgatg	agtgctaagt	gttagagggt	ttccgccctt
841	tagtgctgca	gctaacgcat	taagcactcc	gcctggggag	tacggccgca	aggctgaaac
901	tcaaaggaat	tgacgggggc	cgcacaagcg	gtggagcatg	tggtttaatt	cgaagcaacg
961	cgaagaacct	taccaggtct	tgacatcctc	tgacaaccct	agagataggg	ctttcccctt
1021	cgggggacag	agtgacaggt	ggtgcatggt	tgtcgtcagc	tcgtgtcgtg	agatgttggg
1081	ttaagtcccg	caacgagcgc	aacccttgat	cttagttgcc	agcattcagt	tgggcactct
1141	aaggtgactg	ccggtgacaa	accggaggaa	ggtggggatg	acgtcaaatc	atcatgcccc
1201	ttatgacctg	ggctacacac	gtgctacaat	ggatggtaca	aagggctgca	aacctgcgaa
1261	ggtaagcgaa	tcccataaag	ccattctcag	ttcggattgt	aggctgcaac	tcgcctacat
1321	gaagccggaa	tcgctagtaa	tcgcggatca	gcatgccgcg	gtgaatacgt	tcccgggcct
1381	tgtacacacc	gcccgtcaca	ccacgagagt	ttgtaacacc	cgaagtcggt	gaggtaacct
1441	ttatggaagc	cagccgccta	aggtgggaca	gatgattggg	gtgaagtcgt	aacaaggtag
1501	ccgtatcgga	aggtgcggct	gg			

189. *Bacillus siralis*（青贮窖芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-189。*Bacillus siralis* Pettersson et al.，2000，sp. nov.（青贮窖芽胞杆菌）。**★模式菌株：**171544 = CIP 106295 = DSM 13140 = JCM 12213 = NCIMB 13601。**★16S rRNA 基因序列号：**AF071856。**★种名释意：***siralis* 为青贮窖之意，故其中文名称为青贮窖芽胞杆菌（L. masc. n. *sirus*，grain pit，silo；L. masc. suff. -*alis*，suffix used with the sense of pertaining to；N.L. masc. adj. *siralis*，belonging to the silo）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 171544^T 是从青贮饲料中分离出来的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，杆状 [（0.5～0.8）μm ×（2.0～3.0）μm]，单生。芽胞椭圆形，次端生或端生，胞囊膨大。BHI 培养基上培养 24 h 后形成的菌落为 3～5 mm，呈棕色至浅棕色。菌落表明有颗粒、圆形、发光、有光泽。NA 培养基上菌落较小（直径 1～3 mm），灰白色、不透明。**★生理特性：**菌株在盐浓度为 7%时生长，但在 10%时不生长；生长温度为 50℃，在 55℃时不生长。抗红霉素（5 μg/ml）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠被还原成亚硝酸钠，但无 N_2 产生。不能水解精氨酸，不利用柠檬酸盐作为碳源。不能利用下列碳源产酸：阿拉伯糖、纤维二糖、果糖、半乳糖、葡萄糖、甘油、肌醇、乳糖、麦芽糖、甘露醇、甘露糖、棉籽糖、蜜二糖、核糖、鼠李糖、水杨苷、山梨醇、蔗糖、海藻糖和木糖。能水解七叶苷、酪蛋白和明胶，但不能水解淀粉。**★化学特**

性：主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（31.9%）、$C_{16:0}$（21.5%）和 anteiso-$C_{15:0}$（17.5%）。**★分子特性**：菌株 171544^T 与 *B. circulans*、*B. firmus* 和 *B. benzoevorans* 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 97.2%、96.3%和 95.9%。16S rRNA 基因序列如下。

1	ctggcggcgt	gcctaataca	tgcaagtcga	gcgcttgcac	aagaaagctt	gctttcttgt
61	tgcttgagcg	gcggacgggt	gagtaacacg	tgggcaacct	gcctataaga	ctgggataac
121	ttcgggaaac	cggagctaat	accggataat	gcttttgaac	acatgttcga	aagcggaaag
181	atggtttcgg	ctatcactta	tagatgggcc	cgcggcgcat	tagctagttg	gtgaggtaac
241	ggctcaccaa	ggcgacgatg	cgtagccgac	ctgagagggt	gatcggccac	actgggactg
301	agacacggcc	cagactccta	cgggaggcag	cagtagggaa	tcttccgcaa	tggacgaaag
361	tctgacggag	caacgccgcg	tgagtgatga	aggttttcgg	atcgtaaaac	tctgttgtta
421	gggaagaaca	agtaccggag	taactgccgg	taccttgacg	gtacctaacc	agaaagccac
481	ggctaactac	gtgccagcag	ccgcggtaat	acgtaggtgg	caagcgttgt	ccggaattat
541	tgggcgtaaa	gcgcgcgcag	gcggttcttt	aagtctgatg	tgaaagccca	cggctcaacc
601	gtggagggtc	attggaaact	ggggaacttg	agtgcagaag	agaagagcgg	aattccacgt
661	gtagcggtga	aatgcgtaga	gatgtggagg	aacaccagtg	gcgaaggcgg	ctctttggtc
721	tgtaactgac	gctgaggcgc	gaaagcgtgg	ggagcaaaca	ggattagata	ccctggtagt
781	ccacgccgta	aacgatgagt	gctaagtgtt	agagggtttc	cgccctttag	tgctgcagca
841	aacgcattaa	gcactccgcc	tggggagtac	ggccgcaagg	ctgaaactca	aaggaattga
901	cgggggcccg	cacaagcggt	ggagcatgtg	gtttaattcg	aagcaacgcg	aagaacctta
961	ccaggtcttg	acatcctctg	ccacccctag	agatagggcg	tttcccttcg	gggacggag
1021	tgacaggtgg	tgcatggttg	tcgtcagctc	gtgtcgtgag	atgttgggtt	aagtcccgca
1081	acgagcgcaa	cccttgatct	tagttgccag	cattcagttg	ggcactctaa	ggtgactgcc
1141	ggtgacaaac	cggaggaagg	tggggatgac	gtcaaatcat	catgcccctt	atgacctggg
1201	ctacacacgt	gctacaatgg	atggtacaaa	gggcagcgaa	gccgcgaggt	ggagcgaatc
1261	ccataaaacc	attctcagtt	cggattgtag	gctgcaactc	gcctacatga	agccggaatc
1321	gctagtaatc	gcggatcagc	atgccgcggt	gaatacgttc	ccgggccttg	tacacaccgc
1381	ccgtcacacc	acgagagttt	gtaacacccg	aagtcggtga	ggtaactggt	ggtttcactg
1441	agtatctgat	aaaagtagtc	ggaaattcag	tgaaaccact	agagccagcc	gcctaaggtg
1501	ggacagatga	ttggggtgaa	gtc			

190. *Bacillus smithii*（史氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-190。*Bacillus smithii* Nakamura et al.，1988，sp. nov.（史氏芽胞杆菌）。**★模式菌株**：CCUG 27413 = CIP 103790 = DSM 4216 = IFO（now NBRC）15311 = JCM 9076= LMG 12526 = NRS-173 = NRRL NRS-173。**★16S rRNA 基因序列号**：Z26935。**★种名释意**：*smithii* 意为 Smith，旨在纪念美国细菌学家和芽胞杆菌分类学家 Nathan R. Smith，故其中文名称为史氏芽胞杆菌（L. gen. n. *smithii*，of Smith，named after，American bacteriologist and *Bacillus* taxonomist）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CCUG 27413^T 是从澳大利亚热加工的白菜中分离得到的。**★形态特征**：细胞杆状［（0.8～1.0）μm ×（5.0～6.0）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形或圆柱形［（0.6～0.8）μm ×（1.3～1.5）μm］，端生或次端生，胞囊不膨大或略膨大。琼脂菌落圆形、直径约 2 mm、无色素、半透明、薄、光滑。**★生理特性**：嗜热、

兼性厌氧型，生长温度是25～60℃，在65℃也能生长，生长pH为5.7，营养琼脂上pH在4.5或7.7时不能生长。在3% NaCl、0.001%溶菌酶、叠氮化物存在时不能生长。**★生化特性**：不产3-羟基丁酮、H_2S和吲哚。过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠不能被还原为亚硝酸钠。不能水解几丁质、酪蛋白、卵黄卵磷脂和明胶，淀粉水解活性弱，支链淀粉和七叶苷水解活性可变，能水解DNA和马尿酸。ONPG水解为阴性。柠檬酸和丙酸利用反应可变。能利用乙酸、延胡索酸盐、苹果酸盐和琥珀酸。精氨酸双水解酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶、苯丙氨酸和色氨酸脱氨酶、酪氨酸和脲酶为阴性。石蕊牛乳不凝固或酸化，但通常能碱化。利用下列碳源产酸不产气：D-果糖、D-葡萄糖和海藻糖。利用下列碳源产酸可变：L-阿拉伯糖、赤藓糖醇、D-半乳糖、甘油、麦芽糖、甘露醇、D-甘露糖、D-核糖、L-鼠李糖、水杨苷、山梨醇、D-木糖。仅有10%以内的菌株能够利用下列物质：N-乙酰氨基葡萄糖、核糖醇、苦杏仁苷、D-阿拉伯糖、D-阿糖醇、熊果苷、纤维二糖、半乳糖醇、D-β-异麦芽酮糖、L-β-异麦芽酮糖、岩藻糖、葡萄糖酸、糖原、肌醇、菊糖、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸、乳糖、D-来苏糖、松三糖、蜜二糖、α-甲基-D-葡萄糖苷、β-甲基-木糖苷、α-甲基-邻-甘露糖、棉籽糖、L-山梨糖、淀粉、蔗糖、D-己酮糖、松二糖和木糖醇。**★化学特性**：细胞壁中含有*meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是MK-7，也有MK-6存在。**★分子特性**：DNA的G+C含量为38.1 mol%～40.4 mol%（Bd）和38.7 mol%～39.7 mol%（T_m），模式菌株DNA的G+C含量为40.2 mol%（Bd）。16S rRNA基因序列如下。

```
1     tcctggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag  cggactttca
61    agaagcttgc  tttttgaaag  ttagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg  caacctgcct
121   gcaagacggg  gataactccg  ggaaaccggg  gctaataccg  gataatatct  tccttcgcat
181   gaaggaaggt  tgaaaggcgg  cgcaagctgc  cgcttgcaga  tgggcccgcg  gcgcattagc
241   tagttggtga  ggtaacggct  caccaaggcg  acgatgcgta  gccgacctga  gagggtgatc
301   ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt
361   ccgcaatgga  cgaaagtctg  acggcgcaac  gccgcgtgag  cgaagaaggt  cttcggatcg
421   taaagctctg  ttgtcaggga  agaacaagta  ccgttcgaac  agggcggtac  cttgacggta
481   cctgaccaga  aagccacggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  taggtggcaa
541   gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtctcttaag  tctgatgtga
601   aagcccacgg  ctcaaccgtg  gagggtcatt  ggaaactggg  agacttgagt  gcagaagagg
661   agagcggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac  accagtggcg
721   aaggcggctc  tctggtctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcgaacagga
781   ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aagtgttaga  gggcttccac
841   cctttagtgc  tgcagctaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggc  cgcaaggctg
901   aaactcaaag  gaattgacgg  gggccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  anttcgaagc
961   aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  ccttcgctac  ctctagagat  agagggttcc
1021  ccttcggggg  acggagtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt
1081  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgaccttagt  tgccagcatt  cagttgggca
1141  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg
1201  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg  tacaaagggt  cgcgaaaccg
1261  cgaggtggag  ctaatcccaa  aaaaccattc  tcagttcgga  ttgcaggctg  caactcgcct
1321  gcatgaagcc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg
```

```
1381   gccttgtaca   caccgcccgt   cacaccacga   gagtttgcaa   cacccgaagt   cggtgaggta
1441   acccttacgg   gagccagccg   ccgaaggtgg   ggcagatgat   tggggtgaag   tcgtaacaag
1501   gtagccgtat   cggaaggtgc   ggct
```

191. *Bacillus soli*（土壤芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-191。*Bacillus soli* Heyrman et al.，2004，sp. nov.（土壤芽胞杆菌）。**★模式菌株：**IDA0086 = R-16300 = DSM 15604 = JCM 21710 = LMG 21838= NBRC 102451。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ542513。**★种名释意：***soli* 为土壤之意，故其中文名称为土壤芽胞杆菌（L. neut. n. *solum*，ground，base，foundation，floor，soil；L. gen. n. *soli*，of soil）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 IDA0086^T 是从荷兰农业研究领域 Drentse A 土壤中分离出来的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性或革兰氏可变，兼性厌氧，可运动，圆端杆（直径 0.6 μm～1.2 μm），单细胞或成对或链状时有弯曲。芽胞椭球形，近端生胞囊膨大。在 TSA 培养基培养的菌落呈奶油色、淡黄色、微凸、边缘整齐、有光泽。**★生理特性：**最适的生长温度为 30℃，最高的生长温度为 40～45℃。最小生长 pH 在 4.0～5.0，最适 pH 为 7.0～8.0，最大 pH 为 9.0～9.5。**★生化特性：**水解酪蛋白。API 20E 测试结果表明，明胶水解和硝酸盐还原为阳性，ONPG 水解、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸盐利用、产 H_2S 和吲哚、脲酶、色氨酸脱氨酶和 V-P 反应为阴性。API 50CH 测试结果表明，能水解七叶苷，可用下列碳水化合物产酸但不产气：N-乙酰-D-葡萄糖胺、D-果糖、D-葡萄糖、糖原、麦芽糖（弱）、D-甘露糖、核糖（弱）、淀粉、D-海藻糖（弱）。由半乳糖和蔗糖产酸活性因菌株而异（如为阳性，活性弱）。不能利用以下碳水化合物产酸：苦杏仁苷、核糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、熊果苷、L-阿糖醇、D-纤维二糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖、L-岩藻糖、β-异麦芽酮糖、甘油、菊糖、2-酮基-D-葡萄糖酸、5-酮基-D-葡萄糖酸、乳糖、D-来苏糖、D-甘露糖、D-松三糖、D-蜜二糖、甲基 α-D-葡糖苷、甲基-D-木糖苷、棉籽糖、水杨苷、山梨醇、L-山梨糖、D-己酮糖、D-松二糖、木糖醇、D-木糖和 L-木糖。**★化学特性：**主要脂肪酸是 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$，分别约为 43%和 34%。至少占 1%的脂肪酸有：iso-$C_{14:0}$、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:1\omega11c}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:1\omega10c}$、iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.1 mol%～40.4 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct   ggcggcgtgc   ctaatacatg   caagtcgagc   gaatcwttgg   gagcttgctc
61    ccattggtta   gcggcggacg   ggtgagtaac   acgtgggcaa   cctgcctgta   agactgggat
121   aacttcggga   aaccggagct   aataccggat   aattcttttc   ctctcatgag   gaaaagctga
181   aagtcggttt   cggctgtcac   ttacagatgg   gcccgcggcg   cattagctag   ttggtgaggt
241   aacggctcac   caaggcgacg   atgcgtagcc   gacctgagag   ggtgatcggc   cacactggga
301   ctgagacacg   gcccagactc   ctacgggagg   cagcagtagg   gaatcttcca   caatggacga
361   aagtctgatg   gagcaacgcc   gcgtgagcga   tgaaggcctt   cgggtcgtaa   agctctgttg
421   ttwgggaaga   acaagtaccg   gagtaactgc   cggtaccttg   acggtaccta   accagaaagc
481   cacggctaac   tacgtgccag   cagccgcggt   aatacgtagg   tggcaagcgt   tgtccggaat
541   tattgggcgt   aaagcgcgcg   caggcggtcc   tttaagtctg   atgtgaaagc   ccacggctca
601   accgtggagg   gtcattggaa   actgggggac   ttgagtgcag   aagaggaaag   cggaattcca
```

661　cgtgtagcgg　tgaaatgcgt　agagatgtgg　aggaacacca　gtggcgaagg　cggctttctg
721　gtctgtaact　gacgctgagg　cgcgaaagcg　tggggagcaa　acaggattag　ataccctggt
781　agtccacgcc　gtaaacgatg　agtgctaagt　gttagggggt　ttccgcccct　tagtgctgca
841　gctaacgcat　taagcactcc　gcctggggag　tacggccgca　aggctgaaac　tcaaaggaat
901　tgacgggggc　ccgcacaagc　ggtggagcat　gtggtttaat　tcgaagcaac　gcgaagaacc
961　ttaccaggtc　ttgacatcct　ctgacactcc　tagagatagg　acgttcccct　tcgggggaca
1021　gagtgacagg　tggtgcatgg　ttgtcgtcag　ctcgtgtcgt　gagatgttgg　gttaagtccc
1081　gcaacgagcg　caacccttga　tcttagttgc　cagcattcag　ttgggcactc　taaggtgact
1141　gccggtgaca　aaccggagga　aggtggggat　gacgtcaaat　catcatgccc　cttatgacct
1201　gggctacaca　cgtgctacaa　tggatggtac　aaagggctgc　aaaaccgcga　ggttaagcga
1261　atcccataaa　accattctca　gttcggattg　caggctgcaa　ctcgcctgca　tgaagctgga
1321　atcgctagta　atcgcggatc　agcatgccgc　ggtgaatacg　ttcccgggcc　ttgtacacac
1381　cgcccgtcac　accacgagag　tttgtaacac　ccgaagtcgg　tggggtaacc　gtaaggagcc
1441　a

192. *Bacillus solimangrovi*（红树林土壤芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-192。*Bacillus solimangrovi* Lee et al.，2014，sp. nov.（红树林土壤芽胞杆菌）。**★模式菌株：**GH2-4 = KCTC 33142 = JCM 18994 = DSM 27083。**16S rRNA 基因序列号：**KC616733。**★种名释意：***solimangrovi* 中 *solum* 为土壤之意，*mangrovi* 为红树林之意，故中文名称为红树林土壤芽胞杆菌（so.li.man.gro′vi. L. n. *solum* soil；N.L. gen. n. *mangrovi* of/from a mangrove；N.L. gen. n. *solimangrovi* of soil of a mangrove）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 GH2-4^T 从密克罗尼西亚丘克州 WENO 岛海边红树林床土中分离得到。**★形态特征：**细胞杆状［（0.7～1.2）μm×（4.0～5.0）μm］、革兰氏阳性、可运动、严格好氧、形成芽胞。MA 培养基上 30℃培养 2 d 后形成的菌落直径为 1.5～3.0 mm、呈圆形、凸起、有黏性、透明、浅黄色或不透明白色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别为 10～40℃、5～12 和 0～9%；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别为 30～35℃、9 和 1%～3%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解七叶苷，能利用葡萄糖和苹果酸。硝酸盐不能被还原成亚硝酸盐，不产吲哚。不能发酵葡萄糖。精氨酸双水解酶、脲酶和 β-半乳糖苷酶为阴性。不能利用下列化合物：L-阿拉伯糖、D-甘露糖、D-甘露醇、N-乙酰-D-葡萄糖胺、麦芽糖钾、葡萄糖酸、癸酸或柠檬酸三钠。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。细胞壁中的糖类主要为核糖。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{14:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂质为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和三种未知磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 GH2-4^T 与 *B. kochii* WCC 4582^T、*B. horneckiae* DSM 23495^T、*B. azotoformans* LMG 9581^T、*B. cohnii* DSM 6307^T 和 *B. halmapalus* DSM 8723^T 的同源性分别为 95.6%、95.4%、95.4%、95.2%和 95.2%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 GH2-4^T 与 *B. kochii* WCC 4582^T、*B. horneckiae* DSM 23495^T、*B. azotoformans* LMG 9581^T、*B. cohnii* DSM 6307^T 和 *B. halmapalus* DSM 8723^T 的关联度为 20%～24%。16S rRNA 基因序列如下。

1　acctgcctgt　aagactggga　taacttcggg　aaaccggagc　taataccgga　taatcaacag

61 aactgcatgg ttctgttgta aaagacggtt ttgctgtcac ttacagatgg gcccgcggcg
121 cattagttag ttggtggggt aacggcctac caagacgacg atgcgtagcc gacctgagag
181 ggtgatcggc cacactggga ctgagacacg gcccagactc ctacgggagg cagcagtagg
241 gaatcttccg caatggacga aagtctgacg gagcaacgcc gcgtgagtga tgaaggcctt
301 cgggtcgtaa agctctgttg ttagggaaga acaagtacca gagtaactgc tggtaccttg
361 acggtaccta accagaaagc cacggctaac tacgtgccag cagccgcggt aatacgtagg
421 tggcaagcgt tgtccggaat tattgggcgt aaagcgcgcg caggcggttc cttaagtctg
481 atgtgaaagc ccgcagctca actgcggagg gtcattggaa actggggaac ttgagtacag
541 aagaggaaag tggaattcca tgtgtagcgg tgaaatgcgt agatatatgg aggaacacca
601 gtggcgaagg cgactttctg gtctgtaact gacgctgagg cgcgaaagcg tggggagcga
661 acaggattag ataccctggt agtccacgcc gtaaacgatg agtgctaagt gttagggggt
721 ttccgcccct tagtgctgaa gttaacgcat taagcactcc gcctggggag tacgaccgca
781 aggttgaaac tcaaaggaat tgacgggggc ccgcacaagc ggtggagcat gtggtttaat
841 tcgaagcaac gcgaagaacc ttaccaggtc ttgacatcct ctgacaaccc tagagatagg
901 gcttcccctt cgggggcaga gtgacaggtg gtgcatggtt gtcgtcagct cgtgtcgtga
961 gatgttgggt taagtcccgc aacgagcgca acccttgtcc ttagttgcca gcattcagtt
1021 gggcactcta aggagactgc cggtgacaaa ccggaggaag gtggggatga cgtcaaatca
1081 tcatgcccct tatgacctgg gctacacacg tgctacaatg gatggtacaa agggcagcaa
1141 gaccgcgagg tttagccaat cccataaagc cattctcagt tcggattgta ggctgcaact
1201 cgcctacatg aagccggaat cgctagtaat cgcggatcag catgccgcgg tgaatacgtt
1261 cccgggcctt gtacacacc

193. *Bacillus songklensis*（宋卡芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-193。*Bacillus songklensis* Kang et al.，2013，sp. nov.（宋卡芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CAU 1033 = KCTC 13881 = CCUG 61889。**★16S rRNA 基因序列号：**NR_109443。**★种名释意：***songklensis* 意为模式菌株分离自泰国宋卡王子大学，故其中文名称为宋卡芽胞杆菌（song.klen′sis. N.L. masc. adj. *songklensis* belonging to Songkla，named after Prince of Songkla University，Thailand，where the first sample was collected）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CAU 1033^T 从泰国王赛通瀑布土壤中分离得到。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～1.5）μm ×（1.8～4.3）μm］、革兰氏阳性、可运动、严格好氧。芽胞椭球形，旁中生或端生，胞囊膨大。GYEA 培养基上 30℃培养 3 d 后形成的菌落呈奶油色、圆形、凸起、边缘整齐。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 10～45℃、4.5～10 和 0～4%。最适生长温度和 pH 分别为 30℃和 8.0。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不能水解酪蛋白、明胶、淀粉、七叶苷和尿素。不能还原硝酸盐，不能利用柠檬酸盐，不产吲哚和 H_2S，甲基红和 V-P 反应为阴性。β-半乳糖苷酶、脲酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶和鸟氨酸脱羧酶为阴性。利用下列化合物不产酸：D-葡萄糖、D-甘露醇、肌醇、D-山梨醇、L-鼠李糖和蔗糖。能利用下列碳源为唯一碳源：甘油、D-核糖醇、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露醇、D-山梨醇、麦芽糖、蜜二糖、蔗糖和海藻糖。不能利用下列碳源为唯一碳源：赤藓糖醇、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、D-甘露糖、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、

棉籽糖、糖原、异麦芽酮糖、D-己酮糖和 5-酮-葡萄糖酸钾。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。细胞壁糖类主要为阿拉伯糖、蔗糖和核糖。极性脂质包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、两种未知的磷脂、4 种未知的氨基磷脂、一种未知的氨基类脂、两种未知的糖脂和一种未知的极性脂质。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.4 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 CAU 1033^T 与 *B. drentensis* KCTC 13025^T、*B. novalis* KCTC 13026^T、*B. herbersteinensis* DSM 16534^T、*B. soli* KCTC 13572^T、*B. marisflavi* KCCM 41588^T、*B. bataviensis* KCTC 13024^T 和 *B. methanolicus* DSM 16454^T 的同源性分别为 95.9%、95.8%、95.8%、95.8%、95.6%、95.6%和 95.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       tttggccagg  acgaacgctg  gcggcgtgcc  taatacatgc  aagtcgagcg  gacagatggg
61      agcttgctcc  ctgaagtcag  cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtgggcaac  ctgcctgtaa
121     gactgggata  acttcgggaa  accggagcta  ataccggata  acactgagga  ccacatggtc
181     cttggttgaa  agatggcttc  ggctatcact  tacagatggg  cccgcggcgc  attagctagt
241     tggtgaggta  acggctcacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg  gtgatcggcc
301     acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttccgc
361     aatggacgaa  agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgagcgat  gaaggccttc  gggtcgtaaa
421     gctctgttgt  tagggaagaa  caagtaccgt  tcgaataggg  cggtgccttg  acggtaccta
481     accagaaagc  cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  tggcaagcgt
541     tgtccggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggttc  cttaagtctg  atgtgaaagc
601     ccacggctca  accgtggagg  gtcattggaa  actggggaac  ttgagtgcag  aagaggaaag
661     cggaattcca  cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg
721     cggctttctg  gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag
781     ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagggggt  ttccgcccct
841     tagtgctgca  gctaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggccgca  aggctgaaac
901     tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac
961     gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatcct  ctgacaactc  tagagataga  gcgttcccct
1021    tcgggggaca  gagtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg
1081    gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccttga  tcttagttgc  cagcatttag  ttgggcactc
1141    taaggtgact  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc
1201    cttatgacct  gggctacaca  cgtgctacaa  tggacggtac  aaagagtcgc  gagaccgcga
1261    ggtggagcta  atctcataaa  accgttctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca
1321    tgaagccgga  atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc
1381    ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  tttgcaacac  ccgaagtcgg  tggggtaacc
1441    gtaaggagcc  agccgcctaa  ggtggggtag  atgattgggg  tgaagtcgta  acaaggtagc
1501    cgtatcggaa  ggtgcggctg  gcgacctc
```

194. *Bacillus sonorensis*（索诺拉沙漠芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-194。*Bacillus sonorensis* Palmisano et al.，2001，sp. nov.（索诺拉沙漠芽胞杆菌）。**★模式菌株：**L87-10 = DSM 13779= NBRC 101234= NRRL B-23154。**★16S rRNA 基因序列号：**AF302118。**★种名释意：***sonorensis* 为索诺拉沙漠之意，故其中文名称为索诺拉沙漠芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *sonorensis*，pertaining to the Sonoran Desert，

where the organism was found）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 L87-10[T] 是从索诺拉沙漠土壤中分离出来的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［1.0 μm ×（1.5～2.0）μm］，单生或成对或呈短链状，可运动。芽胞椭圆形，次端生，胞囊不膨大。TBAB 琼脂培养基上 30℃培养 2 d 后形成的菌落为淡黄色，形状像土堆或非晶态软泥裂片，直径为 2～4 mm。pH 5.6 琼脂培养基上的菌落呈明亮黄色；酪氨酸琼脂培养基上菌落呈棕色；谷氨酸/甘油琼脂培养基上菌落呈淡黄奶油色。**★生理特性：**菌株最高生长温度是 55℃，最低生长温度是 15℃；生长 pH 为 5.7，在 3% NaCl 浓度下能生长，但在 5%、7%和 10%NaCl 浓度不能生长。在 0.001%溶菌酶下生长受到抑制。**★生化特性：**能利用葡萄糖、阿拉伯糖、木糖和甘露醇产酸。V-P 反应为阳性，在 28℃培养 2 d 后，pH 从 5.1 变为 6.6。卵黄反应为阴性，能水解淀粉和酪蛋白。能利用柠檬酸盐和丙酸盐。硝酸盐能被还原成亚硝酸盐。酪氨酸不能被降解。由葡萄糖和其他碳水化合物产酸但不产气。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（29.4%）、iso-$C_{15:0}$（24.7%）、anteiso-$C_{17:0}$（12.4%）和 $C_{16:0}$（5.5%）。**★分子特性：**菌株的 DNA 的 G+C 含量为 46 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcga  accgacggga  gcttgctccc
61    ttaggttagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggtaacc  tgcctgtaag  actgggataa
121   ctccgggaaa  ccggggctaa  taccggatgc  ttgattgaac  cgcatggttc  aattataaaa
181   ggtggctttt  agctaccact  tacagatgga  cccgcggcgc  attagctagt  tggtgaggta
241   acggctcacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg  gtgatcggcc  acactgggac
301   tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttccgc  aatggacgaa
361   agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgagtgat  gaaggttttc  ggatcgtaaa  actctgttgt
421   tagggaagaa  caagtaccgt  tcgaacaggg  cggtgccttg  acggtaccta  accagaaagc
481   cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  tggcaagcgt  tgtccggaat
541   tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggttt  cttaagtctg  atgtgaaagc  ccccggctca
601   accggggagg  gtcattggaa  actggggaac  ttgagtgcag  aagaggagag  tggaattcca
661   cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cgactctctg
721   gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcga  acaggattag  ataccctggt
781   agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagagggt  ttccgccctt  tagtgctgca
841   gcaaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggtcgca  agactgaaac  tcaaaggaat
901   tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc
961   ttaccaggtc  ttgacatcct  ctgacacccc  tagagatagg  gcttcccctt  cgggggcaga
1021  gtgacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt  taagtcccgc
1081  aacgagcgca  acccttgatc  ttagttgcca  gcattcagtt  gggcactcta  aggtgactgc
1141  cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggatga  cgtcaaatca  tcatgcccct  tatgacctgg
1201  gctacacacg  tgctacaatg  ggcagaacaa  agggcagcga  agccgcgagg  ctaagccaat
1261  cccacaaatc  tgttctcagt  tcggatcgca  gtctgcaact  cgactgcgtg  aagctggaat
1321  cgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt  cccgggcctt  gtacacaccg
1381  cccgtcacac  cacgagagtt  tgtaacaccc
```

195. *Bacillus sporothermodurans*（耐热芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-195。*Bacillus sporothermodurans* Pettersson et al.，1996，sp. nov.（耐

热芽胞杆菌）。★**模式菌株：**M215 = CIP 104910 = DSM 10599 = LMG 17668。★**16S rRNA 基因序列号：**U49078。★**种名释意：***sporothermodurans* 中 *spora* 为芽胞之意，*thermos* 为热之意，*durans* 为耐受之意，故其中文名称为耐热芽胞杆菌（Gr. n. *spora*，seed，spore；Gr. adj. *thermos*，warm，hot；L. part. adj. *durans*，resisting；N.L. part. adj. *sporothermodurans*，with heat-resisting spores）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 $M215^T$ 从超高温处理的牛奶中和牛奶养殖场分离得到。★**形态特征：**细胞革兰氏阳性，好氧，以周生鞭毛运动，通常长杆状，直径约 0.7 μm。芽胞椭圆形，次中生、次端生或端生，胞囊略膨大或不膨大，实验室培养出现这种情况很少见。菌落小、光滑、白色至灰色、无可溶性色素。在添加 5 mg/L $MnSO_4$ 和 1 mg/L 维生素 B_{12} 的 BHI 培养基上生长 2 d 的菌落直径为 1～2 mm，扁平、圆形、边缘整齐、浅黄色、光滑、有光泽。芽胞不常见，但在添加了维生素 B_{12} 和 $MnSO_4$ 的 BHI-土壤浸出物培养基上形成芽胞的比例得到提高，芽胞能耐受超高温处理（135～142℃处理几秒）。★**生理特性：**菌株在全 NA 培养基上生长很差，BHI 琼脂是最合适的培养基。生长温度是 20～45℃，有些菌株，包括模式菌株能在 50℃生长，最适生长温度是 37℃。生长需要维生素 B_{12}。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。V-P 反应可变，模式菌株为阳性。不能由下列糖类产酸：纤维二糖、果糖、半乳糖、葡萄糖、乳糖、甘露醇、甘露糖、鼠李糖、水杨苷和木糖。能水解七叶苷，酪蛋白水解能力弱。不能水解熊果苷、精氨酸、明胶、淀粉和尿素。不能利用柠檬酸作为唯一碳源。★**分子特性：**模式菌株 DNA 的 G+C 含量是 36 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 $M215^T$ 与 *B. megaterium* 群中的 *Bacillus firmus* 亲缘关系最近。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 $M215^T$ 与 *B. firmus*、*B. benzoevorans* 和 *B. circulans* 的关联度分别为 30%、28%和 20%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ctggcggcgt  gcctaataca  tgcaagtcga  gcgaacttga  tgggagcttg  ctccctgaga
61     gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gtaacctgcc  tgtaagactg  ggataactcc
121    gggaaaccgg  ggctaatacc  ggataacttt  tttcttcgca  tgaaggagaa  ttgaaagacg
181    gctttaagct  accacttaca  gatggacccg  cggcgcatta  gctagttggt  gaggtaacgg
241    ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgactt  gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag
301    acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc
361    tgacggagca  acgccgcgtg  agtgatgaag  gttttcggat  cgtaaaactc  tgttgttagg
421    gaagaacaag  tatcgttcga  atagggcggt  accttgacgg  tacctaacca  gaaagccacg
481    gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtaggtggc  aagcgttgtc  cggaattatt
541    gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggtttctta  agtctgatgt  gaaagcccac  ggctcaaccg
601    tggagggtca  ttggaaactg  ggagacttga  gtgcagaaga  gaagagcgga  attccacgtg
661    tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcggc  tctttggtct
721    gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcgaacag  gattagatac  cctggtagtc
781    cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaagtgtta  gagggtttcc  gccctttagt  gctgcagcta
841    acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggc  tgaaactcaa  aggaattgac
901    gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac
961    caggtcttga  catcctcttg  acctccctag  agatagggat  ttcccttcgg  ggacaagagt
1021   gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga  tgttgggtta  agtcccgcaa
1081   cgagcgcaac  ccttgacctt  agttgccagc  attcagttgg  gcactctaag  gtgactgccg
1141   gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta  tgacctgggc
```

```
1201   tacacacgtg   ctacaatgga   tggtacaaag   ggttgctaga   ccgcgaggtt   acgccaatcc
1261   cataaaacca   ttctcagttc   ggattgtagg   ctgcaactcg   cctacatgaa   gccggaatcg
1321   ctagtaatcg   cggatcagca   tgccgcggtg   aatacgttcc   cgggccttgt   acacaccgcc
1381   cgtcacacca   cgagagtttg   taacacccga   agtcggtgag   gtaacctttt   ggagccagcc
1441   gccgaaggtg   ggacagatga   ttggggtgaa   gtcgtaacaa   ggtagccgta   tcggaag
```

196. *Bacillus stratosphericus*（平流层芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-196。*Bacillus stratosphericus* Shivaji et al.，2006，sp. nov.（平流层芽胞杆菌）。**★模式菌株：**41KF2a = JCM 13349 = MTCC 7305。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ831841。**★种名释意：***stratospherius* 为平流层之意，故其中文名称为平流层芽胞杆菌（N.L. fem. n. *stratosphere*，stratosphere；L. suff. *-icus*，adjectival suffix used with the sense of belonging to；N.L. masc. adj. *stratosphericus*，belonging to the stratosphere）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 41KF2a^T 从 21 公里高空的空气样本中分离得到。**★形态特征：**在营养琼脂上，菌落颜色白色、不规则、凸起、直径为 3～5 μm。**★生理特性：**生长温度是 8～37℃，但 40℃不生长。生长的 pH 是 6～10，但在 pH 为 5 或 11 时不生长。耐盐浓度为 17.4% NaCl。耐紫外线辐射。对妥布霉素（15 μg）、洛美沙星（30 μg）、罗红霉素（30 μg）、阿米卡星（30 μg）、环丙沙星（30 μg）、链霉素（25 μg）、新生霉素（30 μg）、氨苄西林（25 μg）和萘啶酸（30 μg）敏感，耐青霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、新诺明（25 μg）、万古霉素（30 μg）、氯霉素（30 μg）、红霉素（15 μg）、诺氟沙星（10 μg）、头孢哌酮（75 μg）、头孢呋辛（30 μg）、林可霉素（15 μg）、黏菌素（10 μg）和阿莫西林（30 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。β-半乳糖苷酶、淀粉酶、七叶苷和淀粉水解、硝酸盐还原和 V-P 反应均为阳性。由下列物质产酸：D-葡萄糖、蔗糖、D-果糖、D-乳糖、D-半乳糖、D-甘露糖、D-阿拉伯糖、D-木糖和甘露醇。能利用下列物质作为唯一碳源：D-葡萄糖、D-蜜二糖、蔗糖、D-果糖、D-甘露糖、D-木糖、甘露醇、甘油、D-核糖、D-乳糖、丙酮酸、乳酸、D-麦芽糖、L-天冬酰胺和 L-精氨酸，但不能利用 L-天冬氨酸。脂肪酶和赖氨酸脱羧酶、产吲哚、甲基红反应为阴性。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、$C_{16:1}$ 11cis 和 $C_{16:0}$。主要极性脂为磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和未知磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 41KF2a^T 与 *B. licheniformis*、*B. sonorensis* 和 *B. pumilus* 的同源性分别为 98%～99%、98%和 100%。但 DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 41KF2a^T 与 *B. licheniformis* 和 *B. sonorensis* 的同源性<70%，与 *B. pumilus* 的同源性仅为 55%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gagtttgatc   ctggctcagg   acgaacgctg   gcggcgtgcc   taatacatgc   aagtcgagcg
61     gacagaaggg   agcttgctcc   cggatgttag   cggcggacgg   gtgagtaaca   cgtgggtaac
121    ctgcctgtaa   gactgggata   actccgggaa   accggagcta   ataccggata   gttccttgaa
181    ccgcatggtt   caaggatgaa   agacggtttc   ggctgtcact   tacagatgga   cccgcggcgc
241    attagctagt   tggtgaggta   acggctcacc   aaggcgacga   tgcgtagccg   acctgagagg
301    gtgatcggcc   acactgggac   tgagacacgg   cccagactcc   tacgggaggc   agcagtaggg
361    aatcttccgc   aatggacgaa   agtctgacgg   agcaacgccg   cgtgagtgat   gaaggttttc
```

```
421   ggatcgtaaa gctctgttgt tagggaagaa caagtgcaag agtaactgct tgcaccttga
481   cggtacctaa ccagaaagcc acggctaact acgtgccagc agccgcggta atacgtaggt
541   ggcaagcgtt gtccggaatt attgggcgta aagggctcgc aggcggtttc ttaagtctga
601   tgtgaaagcc cccggctcaa ccggggaggg tcattggaaa ctgggaaact tgagtgcaga
661   agaggagagt ggaattccac gtgtagcggt gaaatgcgta gagatgtgga ggaacaccag
721   tggcgaaggc gactctctgg tctgtaactg acgctgagga gcgaaagcgt ggggagcgaa
781   caggattaga taccctggta gtccacgccg taaacgatga gtgctaagtg ttagggggtt
841   tccgcccctt agtgctgcag ctaacgcatt aagcactccg cctggggagt acggtcgcaa
901   gactgaaact caaaggaatt gacgggggcc cgcacaagcg gtggagcatg tggtttaatt
961   cgaagcaacg cgaagaacct taccaggtct tgacatcctc tgacaaccct agagataggg
1021  ctttcccttc ggggacagag tgacaggtgg tgcatggttg tcgtcagctc gtgtcgtgag
1081  atgttgggtt aagtcccgca acgagcgcaa cccttgatct tagttgccag cattcagttg
1141  ggcactctaa ggtgactgcc ggtgacaaac cggaggaagg tggggatgac gtcaaatcat
1201  catgcccctt atgacctggg ctacacacgt gctacaatgg acagaacaaa gggctgcgag
1261  accgcaaggt ttagccaatc ccacaaatct gttctcagtt cggatcgcag tctgcaactc
1321  gactgcgtga agctggaatc gctagtaatc gcggatcagc atgccgcggt gaatacgttc
1381  ccgggccttg tacacaccgc ccgtcacacc acgagagttt gcaacacccg aagtcggtga
1441  ggtaaccttt atggagccag ccgccgaaag gtggggcaga tgattggggt gaagtcgtaa
1501  caaggtagcc gtatcggaag gtgcggctgg a
```

197. *Bacillus subterraneus*（地下芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-197。*Bacillus subterraneus* Kanso et al.，2002，sp. nov.（地下芽胞杆菌）。**★模式菌株：**COOI3B = ATCC BAA-136 = DSM 13966。**★16S rRNA 基因序列号：**AY672638。**★种名释意：***subterraneus* 为地下之意，故其中文名称为地下芽胞杆菌（L. masc. adj. *subterraneus*，underground，subterranean，referring to the isolation source）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 COOI3B^T 从澳大利亚的大自流盆地（Great Artesian Basin）地下温泉中分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，厌氧，通过周生鞭毛运动，直或微弯曲杆状 [（0.5～0.8）μm ×（2～25）μm]，菌体单生、极少双生或链生，形成芽胞。**★生理特性：**生长需要 0.02%（w/v）酵母提取物，并以高于 0.1%（w/v）的浓度作为唯一碳源和能量来源。这株菌在酵母提取物、葡萄糖、蔗糖、果糖、麦芽糖、木糖、淀粉、甘油、乙醇和乳汁溶液中利用非结晶的三价铁、四价锰、硝酸盐、亚硝酸盐和延胡索酸盐作为电子受体。电子受体不是必需的而且在硝酸盐条件下比非硝酸盐条件下生长的更好，能在碳水化合物上生长，但不产酸。COOI3B^T 在 37～40℃（生长温度为 25～45℃）、pH 7.0～9.0（pH 为 6.0～9.5）、含盐量 5%（w/v）（含盐量生长范围 0～9%）条件下生长良好。**★生化特性：**色氨酸脱氨酶、产 H_2S、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、β-半乳糖苷酶、阿拉伯糖苷酶、葡萄糖苷酶、氨基葡萄糖苷酶、木糖酶和鸟苷酸脱羧酶为阴性。能水解淀粉、七叶苷和明胶，但不能水解酪蛋白。过氧化氢酶为阳性，氧化酶和脲酶为阴性。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量 43±1 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 COOI3B^T 与 *Bacillus infernus* 和 *Bacillus firmus* 亲缘关系最近，同源性为 96% 左右。16S rRNA 基因序列如下。

1	aacgctggcg	gcgtgcctaa	tacatgcaag	tcgagcggaa	ttagcttctt	ttcagcggcg
61	gacgggtgag	taacacgtgg	gcaacctgcc	tgtaagactg	ggataacttc	gggaaaccgg
121	agctaatacc	ggataacctt	tccctcacat	gagggaaagc	tgaaagacgg	tttcctgtca
181	cttacagatg	ggcccgcggc	gcattagcta	gttggtaagg	taacggctca	ccaaggcgac
241	gatgcgtagc	cgacctgaga	gggtgatcgg	ccacactggg	actgagacac	ggcccagact
301	cctacgggag	gcagcagtag	ggaatcttcc	gcaatggacg	aaagtctgac	ggagcaacgc
361	cgcgtgagcg	atgaagcttc	gggtcgtaaa	gctctgttgt	cagggaagaa	caagtaccgg
421	agtaacgccg	gtaccttgac	ggtacctgac	cagaaagcca	cggctactac	gtgccagcag
481	ccgcggtaat	acgtaggtgg	caagcgttgt	ccggaattat	tgggcgtaaa	gcgcgcgcag
541	gcggttcctt	aagtctgatg	tgaaagcccc	cggctcaacc	ggggagggtc	attggaaact
601	ggggaacttg	agtgcagaag	aggagagcgg	aattccacgt	gtagcggtga	aatgcgtaga
661	gatgtggagg	aacaccagtg	gcgaaggcgg	ctctctggtc	tgtaactgac	gctgaggcgc
721	gaaagctggg	gagcgaacag	gattagatac	cctggtagtc	cacgccgtaa	acgatgagtg
781	ctaagtgtta	gagggtttcc	gccctttagt	gctgcagcaa	acgcattaag	cactccgcct
841	ggggagtacg	gccgcaaggc	tgaaactcaa	aggaattgac	gggggccgca	caagcggtgg
901	agcatgtggt	ttaattcgaa	gcaacgcgaa	gaaccttacc	aggtcttgac	atcctctgac
961	aaccctagag	atagggcgtc	ttcggggaca	gagtgacagg	tggtgcatgg	ttgtcgtcag
1021	ctcgtgtcgt	gagatgttgg	gttaagtccc	gcaacgagcg	caacccttga	tcttagttgc
1081	cagcattcag	ttgggcactc	taaggtgact	gccggtgaca	aaccggagga	aggtggggat
1141	gacgtcaaat	catcatgccc	cttatgacct	gggctacaca	cgtgctacaa	tggatggaac
1201	aaagggtcgc	gaagccgcga	ggtcgagcca			

198. *Bacillus subtilis*（枯草芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-198。*Bacillus subtilis*（Ehrenberg，1835）Cohn，1872（枯草芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ATCC 6051 = ATCC 6051-U = CCM 2216 = BCRC（formerly CCRC）10255 = CCUG 163 B = CFBP 4228 = CIP 52.65 = DSM 10 = IAM 12118 = IFO（now NBRC）13719 = IFO（now NBRC）16412 = IMET 10758 = JCM 1465 = LMG 7135 = NCAIM B.01095 = NCCB 70064 = NCCB 32009 = NCCB 53016 = NCIMB 3610（formerly NCDO 1769）= NCTC 3610 = NRRL B-4219 = NRRL NRS-1315= NRRL NRS-744= VKM B-501。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ276351。异名：*Vibrio subtilis* Ehrenberg，1835。**★种名释意：***subtilis* 为细长之意，但按照约定俗成原则，其中文名称为枯草芽胞杆菌（L. masc. adj. *subtilis*，slender）。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株的来源不详，但该种在全球广泛分布。**★形态特征：**细胞杆状［（0.7～0.8）μm ×（2～3）μm］、革兰氏阳性、好氧、单生或成对或单链状生长、形成芽胞、椭圆形至圆柱形、中生、旁中生、次端生、胞囊不膨大；菌落直径为 2～4 mm、圆形或不规则、边缘呈波形或流苏状、不透明、表面有皱褶。**★生理特性：**最适生长温度是 28～30℃、最低生长温度是 5～20℃、最高生长温度是 45～55℃。生长的 NaCl 浓度可达 7%，有的菌株能在 10% NaCl 浓度下生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性反应；氧化酶反应可变；能水解酪蛋白、七叶苷、明胶和淀粉；不能水解苯丙氨酸和尿素；能降解植物组织的果胶和多糖；胞外蔗糖会形成葡聚糖和果聚糖。大部分菌

株能利用柠檬酸盐为唯一碳源；不能利用丙酸；能还原硝酸盐；V-P 反应为阳性；利用葡萄糖和其他碳水化合物产酸不产气。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（39.8%）、iso-$C_{15:0}$（21.4%）、iso-$C_{17:0}$（12.2%）、anteiso-$C_{17:0}$（10.7%）、iso-$C_{16:0}$（5.1%）。**★分子特性：**31 个菌株 DNA 的 G+C 含量为 41.5 mol%～47.5 mol%（T_m），34 个菌株的 G+C 含量为 41.8 mol%～46.3 mol%（Bd），模式菌株的 G+C 含量为 42.9 mol%（T_m）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggacagatgg
61     gagcttgctc  cctgatgtta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggtaa  cctgcctgta
121    agactgggat  aactccggga  aaccggggct  aataccggat  ggttgtttga  accgcatggt
181    tcaaacataa  aaggtggctt  cggctaccac  ttacagatgg  acccgcggcg  cattagctag
241    ttggtgaggt  aacggctcac  caaggcaacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc
301    cacactggga  ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg
361    caatggacga  aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  tgaaggtttt  cggatcgtaa
421    agctctgttg  ttagggaaga  acaagtaccg  ttcgaatagg  gcggtacctt  gacggtacct
481    aaccagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  gtggcaagcg
541    ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagggctc  gcaggcggtt  tcttaagtct  gatgtgaaag
601    cccccggctc  aaccggggag  ggtcattgga  aactggggaa  cttgagtgca  gaagaggaga
661    gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag
721    gcgactctct  ggtctgtaac  tgacgctgag  gagcgaaagc  gtggggagcg  aacaggatta
781    gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctaag  tgttaggggg  tttccgcccc
841    ttagtgctgc  agctaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggtcgc  aagactgaaa
901    ctcaaaggaa  ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca  tgtggtttaa  ttcgaagcaa
961    cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  tctgacaatc  ctagagatag  gacgtcccct
1021   tcgggggcag  agtgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg
1081   ttaagtcccg  caacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc  agcattcagt  tgggcactct
1141   aaggtgactg  ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccc
1201   ttatgacctg  ggctacacac  gtgctacaat  ggacagaaca  aagggcagcg  aaaccgcgag
1261   gttaagccaa  tcccacaaat  ctgttctcag  ttcggatcgc  agtctgcaac  tcgactgcgt
1321   gaagctggaa  tcgctagtaa  tcgcggatca  gcatgccgcg  gtgaatacgt  tcccgggcct
1381   tgtacacacc  gcccgtcaca  ccacgagagt  ttgtaacacc  cgaagtcggt  gaggtaacct
1441   tttaggagcc  agccgccgaa  ggtgggacag  atgattgggg  tgaagtcgta  acaaggtagc
1501   cgtatcggaa  ggtgcgg
```

199. *Bacillus taeanensis*（大安芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-199。*Bacillus taeanensis* Lim et al.，2006，sp. nov.（大安芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BH030017 = DSM 16466 = KCTC 3918。**★16S rRNA 基因序列号：**AY603978。**★种名释意：***taeanensis* 意为模式菌株分离自韩国大安，故其中文名称为大安芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *taeanensis*，belonging to Taean，where the organism was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BH030017^T 是从韩国大安日晒盐田沉积物中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～1.2）μm×（1.2～1.9）μm］、革兰氏阳性、严格好

氧、嗜盐、通过单根极生鞭毛运动。芽胞椭球形，端生，胞囊膨大。MA 培养基上形成的菌落呈奶油色、表面光滑、微微凸起、圆形。**★生理特性：**生长温度是 15～55℃（最适温度是 35℃），pH 是 5.5～9.9（最适 pH 是 7.5），盐浓度为 0～12%（最适盐浓度是 2%～5%）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。能水解淀粉、酪氨酸、七叶苷和尿素，不能水解酪蛋白、L-次黄嘌呤、黄嘌呤、吐温 80 和明胶。能利用下列碳源产酸：D-葡萄糖、蔗糖、D-蜜二糖、海藻糖、麦芽糖、D-棉籽糖、D-果糖、D-木糖、D-甘露醇、D-甘露糖和肌醇。不能利用下列碳源产酸：D-核糖、甘油、L-阿拉伯糖、L-鼠李糖、α-D-乳糖或核糖。**★化学特性：**肽聚糖类型是 A1γ，主要呼吸醌是 MK-7，主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。主要极性脂是磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 BH030017^T 与 *Bacillus clarkii* DSM 8720^T 和 *Bacillus agaradhaerens* DSM 8721^T 的亲缘关系最近，同源性均低于 95.1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg  agcgcgtgaa  actaactgat  cccttcgggg
61    tgacgttagt  ggatcgagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  tgggcaacct  gccctgcaga
121   tcgggataac  ttcgggaaac  cggagctaat  accgggtaac  aaatggaatc  gcatgattcc
181   attttgaaag  ttgggtttta  cctaacactg  caggatgggc  ccgcggcgca  ttagctagtt
241   ggtgaggtaa  cggctcacca  aggcaacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca
301   cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca
361   atggacgaaa  gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgagcgatg  aaggccttcg  ggtcgtaaag
421   ctctgttgtt  agggaagaac  aagtaccgtt  cgaatagggc  ggtaccttga  cggtacctaa
481   ccagaaagcc  acggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggt  ggcaagcgtt
541   gtccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggtctc  ttaagtctga  tgtgaaagcc
601   cacggctcaa  ccgtggaggg  tcattggaaa  ctgggggact  tgagtacaga  agaggagagt
661   ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc
721   ggctctctgg  tctgtaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcaaa  caggattaga
781   taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaggtg  ttagggggtt  tccgcccctt
841   agtgctgaag  ttaacacatt  aagcactccg  cctggggagt  acggccgcaa  ggctgaaact
901   caaaggaatt  gacgggggcc  cgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt  cgaagcaacg
961   cgaagaacct  taccaggtct  tgacatcctc  tgccaaccct  agagataggg  cgttcccttc
1021  gggggacaga  gtgacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt
1081  taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgatc  ttagttgcca  gcatttagtt  gggcactcta
1141  aggtgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggatga  cgtcaaatca  tcatgcccct
1201  tatgacctgg  gctacacacg  tgctacaatg  gatggtacaa  agggctgcga  gaccgcgagg
1261  ttaagccaat  cccataaagc  cattctcagt  tcggattgca  ggctgcaact  cgcctgcatg
1321  aagccggaat  cgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt  cccgggcctt
1381  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtt  tgcaacaccc  gaagtcggtg  aggta
```

200. *Bacillus tequilensis*（特基拉芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-200。*Bacillus tequilensis* Gatson et al.，2006，sp. nov.（特基拉芽胞杆菌）。**★模式菌株：**10b = ATCC BAA-819 = NCTC 13306。**★16S rRNA 基因序列号：**HQ223107。**★种名释意：***tequilensis* 为墨西哥特基拉之意，故其中文名称为特基拉芽胞

杆菌（N.L. masc. adj. *tequilensis*，pertaining to Tequila，Mexico）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $10b^{T}$ 是从墨西哥哈利斯科州大约具有 2000 年历史的坟墓样品中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状（0.9 μm × 4.0 μm），常单独存在，也可见 2～4 个细胞形成的短链；革兰氏阳性、可运动。**★生理特性：**厌氧条件下不生长；生长的温度和 pH 分别是 25～50℃和 5.5～8.0；形成芽胞、中生、胞囊不膨大；TSA 培养基 37 ℃上培养 24 h 形成的菌落呈圆形、光滑、黄色、直径为（3.8±0.2）mm。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解酪蛋白、淀粉和明胶。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。能利用柠檬酸盐。能降解 ONPG、色氨酸、精氨酸、赖氨酸和鸟氨酸，但不能降解硫代硫酸钠或尿素。产吲哚和 3-羟基丁酮。利用下列碳源产酸：甘油、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、L-木糖、核糖醇、半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、D-棉籽糖、淀粉、糖原、β-异麦芽酮糖、木糖醇、D-松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇和 L-阿糖醇。利用下列碳源不产酸：赤藓糖醇、甲基-β-D-木糖苷、甲基-α-D-甘露糖、松三糖、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{17:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{14:0}$。**★分子特性：**菌株 $10b^{T}$ 与枯草芽胞杆菌的 16S rRNA 基因序列的同源性是 99%，但 DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 $10b^{T}$ 与枯草芽胞杆菌和其他近缘物种间的关联度低于 70%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgctcaggac  gaacgctggc  ggcgtgccta  atacatgcag  tcgagcggac  agatgggagc
61    ttgctccctg  atgttagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggtaacctg  cctgtaagac
121   tgggataact  ccgggaaacc  ggggctaata  ccggatggtt  gtttgaaccg  catggttcaa
181   acataaaagg  tggcttcggc  taccacttac  agatggaccc  gcggcgcatt  agctagttgg
241   tgaggtaatg  gctcaccaag  gcaacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca
301   ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat
361   ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaagct
421   ctgttgttag  ggaagaacaa  gtaccgttcg  aatagggcgg  taccttgacg  gtacctaacc
481   agaaagccac  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggtgg  caagcgttgt
541   ccggaattat  tgggcgtaaa  gggctcgcag  gcggtttctt  aagtctgatg  tgaaagcccc
601   cggctcaacc  ggggagggtc  attggaaact  ggggaacttg  agtgcagaag  aggagagtgg
661   aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaggcga
721   ctctctggtc  tgtaactgac  gctgaggagc  gaaagcgtgg  ggagcgaaca  ggattagata
781   ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgagt  gctaagtgtt  agggggtttc  cgccccttag
841   tgctgcagct  aacgcattaa  gcactccgcc  tggggagtac  ggtcgcaaga  ctgaaactca
901   aaggaattga  cgggggcccg  cacaagcggt  ggagcatgtg  gtttaattcg  aagcaacgcg
961   aagaacctta  ccaggtcttg  acatcctctg  acaatcctag  agataggacg  tccccttcgg
1021  gggcagagtg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa
1081  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttgatctta  gttgccagca  ttcagttggg  cactctaagg
1141  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat
1201  gacctgggct  acacacgtgc  tacaatggac  agaacaaagg  gcagcgaaac  cgcgaggtta
1261  agccaatccc  acaaatctgt  tctcagttcg  gatcgcagtc  tgcaactcga  ctgcgtgaag
```

1321	ctggaatcgc	tagtaatcgc	ggatcagcat	gccgcggtga	atacgttccc	gggccttgta
1381	cacaccgccc	gtcacaccac	gagagtttgt	aacacccgaa	gtcggtgagg	taacctttag
1441	gagccagccg	ccgaag				

201. *Bacillus thaonhiensis*（陶氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-201。*Bacillus thaonhiensis* Pham and Kim，2014，sp. nov.（陶氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**NHI-38 = KACC 17216 = KEMB 9005-019 = JCM 18863。**16S rRNA 基因序列号：**JQ796719。**★种名释意：***thaonhiensis* 是以发表该种的作者女儿 Thao-nhi 命名的，故其中文名称为陶氏芽胞杆菌（th-ao-nhi-en′sis，N.L.fem.adj. *thaonhiensis*，named after Thao-nhi，the daughter of this paper’s author）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NHI-38^T 是从韩国京畿大学校园内林土中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状、可运动、革兰氏阳性、形成芽胞、椭球形、中生。R2A 培养基上培养 1 d 后形成的菌落直径为 1～3 mm、奶油色、圆形、黏稠、平坦、边缘整齐。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～60℃、6.5～9.5 和 0～2%；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 35～45℃、7～9 和 0.5%～1.5%。**★生化特性：**ZYM 试验结果表明，酯酶（C4）为阳性，碱性磷酸酶、酯酶（C8）、缬氨酸芳基酰胺酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、葡萄糖苷酶为弱阳性，酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、α-葡糖苷酶、β-葡糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。API 50CH 试验结果表明，能利用下列化合物产酸：D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露醇、D-山梨醇、D-麦芽糖、D-蔗糖、甘油、L-阿拉伯糖、D-核糖、N-乙酰葡萄糖胺、D-海藻糖和赤藓糖醇。利用下列化合物产酸活性弱：D-阿拉伯糖、D-棉籽糖、D-松二糖、葡萄糖酸钾、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、柠檬酸铁和水杨苷。不能利用下列化合物产酸：L-木糖、D-核糖醇、甲基-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、美沙酮、肌醇、D-纤维二糖、D-己酮糖、甲基-D-吡喃甘露糖苷、N-甲基-D-吡喃葡萄糖苷、D-蜜二糖、D-乳糖、菊糖、糖原、D-棉籽糖、木糖醇、D-来苏糖、D-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、异麦芽酮糖、L-岩藻糖、5-酮基葡萄糖酸钾和 2-酮基葡萄糖酸钾。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（35.92%）、$C_{16:1\omega7c}$/$C_{16:1\omega6c}$（16.92%）和 anteiso-$C_{15:0}$（14.19%）。主要呼吸醌为 MK-7。极性脂质包括磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.7 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 NHI-38^T 与 *B. abyssalis* SCSIO 15042^T、*B. methanolicus* NCIMB 13113^T、*B. vietnamensis* 15-1^T、*B. seohaeanensis* BH724^T、*B. timonensis* MM 10403188^T 和 *B. subtilis* subsp. *subtilis* NCIB 3610^T 的同源性分别为 98.86%、95.97%、95.8%、95.5%、95.33% 和 94.87%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 NHI-38^T 与 *B. abyssalis*、*B. methanolicus*、*B. vietnamensis*、*B. seohaeanensis*、*B. timonensis* 和 *B. subtilis* 的关联度分别为 50%、56%、47%、43%、46%和 32%。16S rRNA 基因序列如下。

1	ctcaggacga	acgctggcgg	cgtgcctaat	acatgcaagt	cgagcggaca	gatgggagct
61	tgctccctga	agtcagcggc	ggacgggtga	gtaacacgtg	ggcaacctgc	ctgtaagact
121	gggataactt	cgggaaaccg	gagctaatac	cggataacac	cgaggacctc	atggtccttg

181　gttgaaagat　ggcttcggct　atcacttaca　gatgggcccg　cggcgcatta　gctagttggt
241　gaggtaacgg　ctcaccaagg　cgacgatgcg　tagccgacct　gagagggtga　tcggccacac
301　tgggactgag　acacggccca　gactcctacg　ggaggcagca　gtagggaatc　ttccgcaatg
361　gacgaaagtc　tgacggagca　acgccgcgtg　agcgatgaag　gccttcgggt　cgtaaagctc
421　tgttgttagg　gaagaacaag　taccgttcga　atagggcggt　accttgacgg　tacctaacca
481　gaaagccacg　gctaactacg　tgccagcagc　cgcggtaata　cgtaggtggc　aagcgttgtc
541　cggaattatt　gggcgtaaag　cgcgcgcagg　cggttcctta　agtctgatgt　gaaagcccac
601　ggctcaaccg　tggagggtca　ttggaaactg　gggaacttga　gtgcagaaga　ggaaagcgga
661　attccacgtg　tagcggtgaa　atgcgtagag　atgtggagga　acaccagtgg　cgaaggcggc
721　tttctggtct　gtaactgacg　ctgaggcgcg　aaagcgtggg　gagcaaacag　gattagatac
781　cctggtagtc　cacgccgtaa　acgatgagtg　ctaagtgtta　gggggtttcc　gccccttagt
841　gctgcagcta　acgcattaag　cactccgcct　ggggagtacg　gccgcaaggc　tgaaactcaa
901　aggaattgac　gggggcccgc　acaagcggtg　gagcatgtgg　tttaattcga　agcaacgcga
961　agaaccttac　caggtcttga　catcctctga　caactctaga　gatagagcgt　tccccttcgg
1021　gggacagagt　gacaggtggt　gcatggttgt　cgtcagctcg　tgtcgtgaga　tgttgggtta
1081　agtcccgcaa　cgagcgcaac　ccttgatctt　agttgccagc　attcagttgg　gcactctaag
1141　gtgactgccg　gtgacaaacc　ggaggaaggt　ggggatgac　gtcaaatcat　catgcccctt
1201　atgacctggg　ctacacacgt　gctacaatgg　acggtacaaa　gagtcgcgag　accgcgaggt
1261　ggagctaatc　tcataaaacc　gttctcagtt　cggattgtag　gctgcaactc　gcctacatga
1321　agccggaatc　gctagtaatc　gcggatcaca　atgccgcggg　tgaatacgtt　tcccgggcct
1381　tgtacacacc　gcccgtcaca　ccacgagagt　ttgcaacacc　cgaagtcggt　gaggtaaccg
1441　taaggagcca　gccgcctaag　gtggggta

202. *Bacillus thermoamylovorans*（热噬淀粉芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-202。*Bacillus thermoamylovorans* Combet-Blanc et al.，1995，sp. nov.（热噬淀粉芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DKP = CNCM I-1378 = LMG 18084。**★16S rRNA 基因序列号：**L27478。**★种名释意：***thermoamylovorans* 中 *thermos* 为热之意，*amulon* 为淀粉之意，*vorans* 为吞食之意，故其中文名称为热噬淀粉芽胞杆菌（Gr. adj. *thermos*，hot；Gr. n. *amulon*，starch；L. part. adj. *vorans*，devouring；N.L. part. adj. *thermoamylovorans*，utilizing starch at high temperature）。

【种类描述】**★菌株来源：**芽胞杆菌 DKP^T 菌株从塞内加尔采集的一种热带酒精饮料——棕榈酒样品中分离得到。**★形态特征：**细胞杆状［（0.45～0.5）μm×（3～4）μm］、革兰氏阳性、不形成芽胞、以周生鞭毛运动。**★生理特性：**中度嗜热、兼性厌氧，菌株最适生长温度是 50℃，最高生长温度是 58℃；生长 pH 是 5.4～8.5，最适生长 pH 是 6.5～7.5；无色素产生。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解淀粉。不产吲哚及 H_2S。NO^{3-}和 SO_4^{2-}不能被还原。已糖发酵最终产物是乳酸、乙酸、乙醇和甲酸盐，无 H_2 产生。蛋白胨和酵母的提取物是该菌繁茂生长的必需物质。维生素与核酸衍生物能够促进生长，但它们并不是生长所必需的。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是（38.8±0.2）mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1　agagtttgat　cctggctcag　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc
61　gaaccaataa　gaagcttgct　tttgttggt　taacggcgga　cgggtgagta　acacgtgggt

121　aacctgcctg　taagaccggg　ataactccgg　gaaaccggtg　ctaataccgg　atagattatc
181　tttccgcctg　gagagataag　gaaagatggc　ttttgccatc　acttacagat　gggcccgcgg
241　cgcattagct　agttggtgag　gtaatggctc　accaaggcga　cgatgcgtag　ccgacctgag
301　agggtgatcg　gccacactgg　gactgagaca　cggcccagac　tcctacggga　ggcagcagta
361　gggaatcttc　cgcaatggac　gaaagtctga　cggagcaacg　ccgcgtgagc　gaagaaggtc
421　ttcggatcgt　aaagctctgt　tgttagggaa　gaacaagtat　cggaggaaat　gccggtacct
481　tgacggtacc　tgacgagaaa　gccacggcta　actacgtgcc　agcagccgcg　gtaatacgta
541　gggtgcaagc　gttgtccgga　tttattgggc　gtaaagcgcg　cgcaggcggt　cctttaagtc
601　tgatgtgaaa　tcttgcggct　caaccgcaag　cggtcattgg　aaactggggg　acttgagtgc
661　agaagaggaa　agcggaattc　cacgtgtagc　ggtgaaatgc　gtagagatgt　ggaggaacac
721　cagtggcgaa　ggcggctttc　tggtctgtaa　ctgacgctga　ggcgcgaaag　cgtggggagc
781　aaacaggatt　agataccctg　gtagtccacg　ccgtaaacga　tgagtgctaa　gtgttggagg
841　gtttccgccc　ttcagtgctg　cagctaacgc　attaagcact　ccgcctgggg　agtacggnng
901　caagcctgaa　actcaaagga　attgacgggg　gcccgcacaa　gcggtggagc　atgtggttta
961　attcgaagca　acgcgaagaa　ccttaccagg　tcttgacatc　tcctgacccc　cctggagaca
1021　gggtcttccc　ttcggggaca　ggatgacagg　tggtgcatgg　ttgtcgtcag　ctcgtgtcgt
1081　gagatgttgg　gttaagtccc　gcaacgagcg　caacccttgg　ttctagttgc　cagcattcag
1141　ctgggcactc　tagagcgact　gccggcgaca　agtcggagga　aggtggggat　gacgtcaaat
1201　catcatgccc　cttatgacct　gggctacaca　cgtgctacaa　tggatggtac　aaagggcagc
1261　gaagcggcga　cgcatgagcg　aatcccagaa　aaccattctc　agttcggatt　gcaggctgca
1321　actcgcctgc　atgaagccgg　aatcgctagt　aatcgcggat　cagcatgccg　cggtgaatac
1381　gttcccgggc　cttgtacaca　ccgcccgtca　caccacgaga　gtttgtaaca　cccgaagtcg
1441　gtgaggtaac　cgtaaggagc　cagccgccga　aggtgggaca　gatgattggg　gtgaagtcgt
1501　aacaaggtag　ccgtatcgga　aggtgcggct　ggatcacctc　ctta

203. *Bacillus thermocloacae*（热阴沟芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-1-203。*Bacillus thermocloacae* Demharter and Hensel，1989，sp. nov.（热阴沟芽胞杆菌）。★**模式菌株**：S6025 = ATCC 49805 = DSM 5250 = LMG 17772。★**16S rRNA 基因序列号**：Z26939。★**种名释意**：*thermocloacae* 中 *thermos* 为热之意，*cloaca* 为阴沟、下水道之意，故其中文名称为热阴沟芽胞杆菌（Gr. n. *thermos*，heat；L. n. *cloaca*，sewer；N.L. gen. n. *thermocloacae*，of a heated sewer）。

【**种类描述**】★**菌株来源**：菌株 S6025^T 是从污水处理厂的活性污泥中分离得到的。★**形态特征**：细胞杆状［（0.5～0.8）μm ×（3.0～8.0）μm］、好氧、中度嗜碱和嗜热、革兰氏阳性、不运动。芽胞椭圆形，次端生、端生，胞囊膨大。60℃培养 1～2 d 后形成的菌落直径为 2～5 mm、扁平至凸起、浅色、透明至不透明、边缘圆形。★**生理特性**：最适的生长温度是 55～60℃，最高生长温度是 70℃，最低生长温度是 37℃；最适的生长 pH 为 8～9，在 pH 为 7 时菌株不能生长；在 5% NaCl 中菌株生长弱。★**生化特性**：过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不能水解酪蛋白、七叶苷、明胶、淀粉和三丁酸甘油酯。V-P 反应为阴性，不能还原硝酸盐。利用葡萄糖和其他碳水化合物不产酸或气。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 42.8 mol%～43.7 mol%（T_m）和 41.7 mol%～42.1 mol%（HPLC）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctcaggacga  acgctggcgg  cgtgcctaat  acatgcaagt  cgagcgcggg  aagcagactg
61    aagccttcgg  gcggacgtct  gtggaacgag  cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtgggcaac
121   ctgcctgtaa  gctcgggata  actagcggaa  acgctagcta  ataccgaata  acgctgcgca
181   ccgcatggcg  cgcagatgaa  aggcggcgca  agctgccact  tacagatggg  cccgcggcgc
241   attagctagt  tggtggggta  acggcctacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg
301   gtgatcggcc  acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg
361   aatattccgc  aatgggcgaa  agcctgacgg  agcgacgccg  cgtgagcgat  gaaggtcttc
421   ggatcgtaaa  gctctgttgt  tagggaagaa  caagtaccgg  agtaactgcc  ggtaccttga
481   cggtacctaa  ccagaaagcc  ccggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggg
541   ggcgagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta  aagggcgcgt  aggcggtctc  ttaagtctga
601   tgtgaaagcc  cccggcttaa  ccggggaggg  tcattggaaa  ctgggagact  tgagtgcagg
661   agagggaagc  ggaattccat  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatatgga  ggaacaccag
721   tggcgaaggc  ggcttcctgg  cctgtaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcaaa
781   caggattaga  taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaggtg  ttagggagtt
841   tccactcctt  agtgctgcag  ttaacgcatt  aagcactccg  cctggggagt  acggccgcaa
901   ggctgaaact  caaaggaatt  gacgggggcc  cgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt
961   cgaagctacg  cgaaaaacct  taccaggtct  tgacatcccg  ttgaccgccc  tagagatagg
1021  gttttccctt  cggggacaac  gtgacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga
1081  gatgttgggt  taagtcccgt  aacgagcgca  acccctagcg  ttagttgcca  gcattcagtt
1141  gggcactcta  acgcgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggacga  cgtcaagtca
1201  tcatgcccct  tatgacctgg  gctacacacg  tgctacaatg  gacggtacaa  cgggttgcga
1261  agcggtgacg  cggagccaat  cccttaaaac  cgttctcagt  tcggattgta  ggctgcaact
1321  cgcctacatg  aagcaggaat  cgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt
1381  cccgggcctt  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtt  ggtaacaccc  gaagtcggtg
1441  agcgaaccct  tttgggacgc  agccgccgaa  ggtgggacca  atgattgggg  tgaagtcgta
1501  acaaggtagc  cgtatcggaa  ggtgcgg
```

204. *Bacillus thermocopriae*（热堆肥芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-204。*Bacillus thermocopriae* Hong et al.，2014，sp. nov.（热堆肥芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SgZ-7 = CCTCC AB 2012030 = KACC 16700。**★16S rRNA 基因序列号：**JX113681。**★种名释意：***thermocopriae* 中 *thermos* 为热之意，*kopria* 为堆肥之意，故其中文名称为热堆肥芽胞杆菌（ther.mo.co.pri′a.e. Gr. n. *thermos* heat；Gr. n. *kopria* dung hill；N.L. gen. n. *thermocopriae* of heat compost）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SgZ-7^T 是从堆肥中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（1.2～1.8）μm × 0.6 μm］、革兰氏阳性、兼性厌氧、可运动，形成芽胞、圆柱形或椭球形、中生、胞囊不膨大。TSA 培养基上 50℃培养 1 d 后形成的菌落直径为 1～2 mm、浅黄色、圆形、光滑、微凸、不透明。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 40～60℃、6.0～10.0 和 0～3%（w/v）；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别为 50℃、7.2 和 1%。**★生化特性：**过氧化氢酶、DNA 酶、β-半乳糖苷酶为阳性。硝酸盐能被还原。氧化酶为阴性。V-P 反应为阴性，不产吲哚和 H_2S。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶和色氨酸脱氨酶为阴性。能水解明胶和淀粉，不能水解酪蛋白、七叶

苷、卵磷脂、纤维素、吐温 20 和吐温 80。能利用下列化合物为唯一碳源：N-乙酰葡萄糖胺、D-核糖、肌醇、蔗糖、麦芽糖、衣康酸、辛二酸、丙二酸盐、乙酸盐、水杨苷、DL-乳酸盐、L-丙氨酸、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾、5-酮基葡萄糖酸钾、糖原、D-甘露醇、D-葡萄糖、蜜二糖、L-岩藻糖、D-山梨醇、L-阿拉伯糖、丙酸、戊酸、己酸、L-组氨酸、3-羟基丁酸、L-脯氨酸、己二酸和苹果酸。不能利用下列化合物为唯一碳源：L-鼠李糖、D-甘露糖、3-羟基苯甲酸、4-羟基苯甲酸、L-丝氨酸、癸酸、柠檬酸盐和苯乙酸。利用下列化合物产酸：D-核糖、D-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、肌醇、D-甘露醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、海藻糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、异麦芽酮糖、松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇和 5-酮葡萄糖酸钾。不能利用下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、甘油、菊糖、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、D-甘露糖、D-山梨醇、蔗糖、蜜二糖、L-鼠李糖、L-木糖、L-山梨糖、半乳糖醇、柠檬酸、葡萄糖酸和 2-酮基葡萄糖酸。★**化学特性**：主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂质为磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 46.6 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 SgZ-7^{T} 与 *B. drentensis* LMG 21831^{T} 的同源性为 97.2%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 SgZ-7^{T} 与 *B. drentensis* LMG 21831^{T} 的关联度为 27.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gggggggggg  gctataatgc  agtcgagcgg  accaatagaa  gcttgcttct  gttggttagc
61    ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggcaacc  tgcctgtaag  actgggataa  cttcgggaaa
121   ccggagctaa  taccggataa  ttcatcccct  cgcatgaggg  gatgctgaaa  gtcggttcac
181   gctgacactt  acagatgggc  ccgcggcgca  ttagctagtt  ggtgaggtaa  tggctcacca
241   aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca  cactgggact  gagacacggc
301   ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcttccaca  atggacgaaa  gtctgatgga
361   gcaacgccgc  gtgagcgatg  aaggccttcg  ggtcgtaaag  ctctgttgtt  agggaagaac
421   aagtatcgga  gtaactgccg  gtaccttgac  ggtacctaac  cagaaagcca  cggctaacta
481   cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtaggtg  gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa
541   agcgcgcgca  ggcggtcctt  taagtctgat  gtgaaagcsc  acggctcaac  cgtggagggt
601   cattggaaac  tgggggactt  gagtgcagaa  gaggaaagcg  gaattccacg  tgtagcggtg
661   aaatgcgtag  agatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg  gctttctggt  ctgtaactga
721   cgctgaggcg  cgaaagcgtg  gggagcaaac  aggattagat  accctggtag  tccacgccgt
781   aaacgatgag  tgctaagtgt  tagagggttt  ccgcccttta  gtgctgcagc  taacgcatta
841   agcactccgc  ctggrgagta  cggccgcaag  gctgaaactc  aaaggaattg  acgggggccc
901   gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc  gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt
961   gacatcctta  cgacctccct  agagataggg  atttcccctt  cgggggacgg  aagtgacagg
1021  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg
1081  caacccttga  tcttagttgc  cagcattcag  ttgggcactc  taaggtgact  gccggtgaca
1141  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct  gggctacaca
1201  cgtgctacaa  tggatggtac  aaagggcagc  gaaaccgcga  ggtcgagcca  atcccataaa
1261  accattctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca  tgaagccgga  atcgctagta
1321  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc  ttgtacacac  cgcccgtcac
```

1381　accacgagag　tttgtaacac　ccgaagtcgg　tggggtaacc　tttatgagcc　agccgctaag
1441　ggaacggg

205. *Bacillus thermolactis*（热乳芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-205。*Bacillus thermolactis* Coorevits et al.，2011，sp. nov.（热乳芽胞杆菌）。**★模式菌株：**R-6488 = DSM 23332 = LMG 25569。**★16S rRNA 基因序列号：**AY397764。**★种名释意：***thermolactis* 中 *thermos* 为热之意，*lactis* 为乳之意，故其中文名称为热乳芽胞杆菌（Gr. adj. *thermos*，hot；L. gen. n. *lactis*，of/from milk；N.L. gen. n. *thermolactis*，a thermotolerant bacterium isolated from milk）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 R-6488^T 是从牛奶和奶牛养殖场中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.7～0.9）μm ×（4～10）μm］，革兰氏阳性，单生或短链状或丝状生长，大部分菌株不可运动，有些菌株以周生鞭毛运动。TSA 培养基上 50℃培养 24 h 的菌落直径为 1～4 mm，圆形，奶油白色，边缘不规则，略粗糙，边缘无光泽，中央有光泽。含 5 mg/L $MnSO_4$ 的 TSA 培养基上 50℃培养 24 h 后能形成芽胞，椭圆形、次端生、胞囊不膨大。**★生理特性：**在 pH 为 7 时菌株能生长，在 pH 为 6 或 8 时菌株不能生长。生长的温度是 40～60℃，最适生长温度为 50℃，在温度为 30℃或 70℃时菌株不能生长。在 NaCl 浓度为 1%时菌株不能生长。**★生化特性：**能水解酪蛋白和淀粉（弱），七叶苷水解活性可变。过氧化氢酶和氧化酶为阳性。API 20E 测试结果表明，菌株能水解明胶，硝酸盐能被还原。不产 H_2S、吲哚和 3-羟基丁酮。ONPG 反应为阴性。精氨酸双水解酶、脲酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱羧酶为阴性。不能利用柠檬酸盐。API 50 CHB 测试结果表明，利用下列碳源产酸不产气：海藻糖（弱）、D-果糖、D-葡萄糖、D-木糖、L-阿拉伯糖、甘露醇（弱）、核糖、淀粉（弱）和蔗糖（弱），利用麦芽糖产酸反应可变。不能利用下列化合物产酸：2-酮基-D-葡萄糖酸钾、5-酮基-D-葡萄糖酸钾、核糖醇、苦杏仁苷、熊果苷、棉籽糖、D-阿糖醇、纤维二糖、D-岩藻糖、松三糖、蜜二糖、松二糖、D-阿拉伯糖、D-来苏糖、D-甘露糖、D-己酮糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、半乳糖、异麦芽酮糖、葡萄糖酸盐、甘油、糖原、菊糖、L-阿糖醇、L-岩藻糖、乳糖、L-山梨糖、L-木糖、肌醇、甲基-D-葡糖苷、甲基-D-甘露糖苷、甲基-木糖苷、鼠李糖、水杨苷、山梨醇或木糖醇。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸为 $C_{16:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油。细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35.0 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 R-6488^T 与 *B. thermoamylovorans* LMG 18084^T 的同源性为 93.9%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 R-6488^T 与 *B. thermoamylovorans* LMG 18084^T 的同源性为（27.7±7）%。16S rRNA 基因序列如下。

1　aagtcgagcg　gaccaataga　aaagcttgct　tttcttgagg　ttagcggcgg　acgggtgagt
61　aacacgtggg　caacctacct　gtaagactgg　gataacttac　ggaaacgtga　gctaataccg
121　gatagtttca　cttctcgcat　gagaagtgaa　ggaaagatgg　cttttagcta　ttacttacag
181　atgggcccgc　ggcgcattag　ctagttggtg　gggtaaaggc　ctaccaaggc　aacgatgcgt
241　agccgacctg　agagggtgat　cggccacact　gggactgaga　cacggcccag　actcctacgg
301　gaggcagcag　tagggaatct　ttcgcaatgg　acgaaagtct　gackgagcaa　cgccgcgtga

```
361   gcgaagaagg  tcttcggatc  gtaaagctct  gttgttaggg  aagaacaagt  accggagtaa
421   ctgacggtac  cttgacggta  cctaaccaga  aagccacggc  taactacgtg  ccagcagccg
481   cggtaatacg  taggtggcaa  gcgttgtccg  gaatcattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg
541   gtcctttaag  tctgatgtga  aatcttgcgg  ctcaaccgta  agcggtcatt  ggaaactggg
601   ggacttgagt  gcaggagagg  aaagcggaat  tccatgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat
661   atggaggaac  accagtggcg  aaggcggctt  tctggcctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa
721   agcgtgggga  gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct
781   aagtgttgga  gggtttccgc  ccttcagtgc  tgcagctaac  gcattaagca  ctccgcctgg
841   ggagtacggt  cgcaagactg  aaactcaaag  gaattgacgg  ggacccgca  caagcggtgg
901   agcatgtggt  ttaattcgaa  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catctcctga
961   ccaccctaga  gatagggctt  tcccttcggg  gacaggatga  caggtggtgc  atggttgtcg
1021  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgtccttag
1081  ttgccagcat  tcagttgggc  actctaagga  gactgccggc  taaaagtcgg  aggaaggtgg
1141  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatggatg
1201  gtacaaaggg  ctgcgatacc  gcgaggtgga  gctaatccca  aaaaaccatt  ctcagttcgg
1261  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagc  cggaatcgct  agtaatcgca  gatcagcatg
1321  ctgcggtgaa  tacgttcccg  ggtcttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttgta
1381  acacccgaag  tcggtgaggt  aaccctttg  ggagccagcc  gccgaaggtg  ggacagatga
1441  ttggggtgaa  gtcgtaacaa  ggtagc
```

206. *Bacillus thermophilum*（噬温芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-206。*Bacillus thermophilum* Tang et al.，2014，sp. nov.（噬温芽胞杆菌）。★**模式菌株：**DX-2 = CCTCC AB2012194 = KCTC 33128。★**16S rRNA 基因序列号：**JX274439。★**种名释意：***thermophilum* 中 *therme* 为热之意，*philos* 为喜好之意，故其中文名称为噬温芽胞杆菌（ther.mo′phil.um. gr. n. *therme* heat：gr. adj. *philos* friend，loving；*thermophilum* heat loving）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 DX-2^{T} 是从微生物燃料电池的阳极生物膜中分离得到的。★**形态特征：**细胞杆状［（0.8～0.9）μm ×（2.2～2.5）μm］、革兰氏阳性、兼性厌氧、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭球形或圆柱形、端生、胞囊膨大。NA 培养基 50℃好氧条件下培养 24 h 形成的菌落直径为 0.2～0.3 mm、呈圆形、牛奶白色、光滑、边缘规则。★**生理特性：**生长温度和 pH 分别是 30～60℃和 5～9；最适的生长温度和 pH 分别是 50℃和 8～8.5。生长的 NaCl 浓度是 1%～6%（w/v），最适生长 NaCl 浓度是 1.5%～2%（w/v）。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐能被还原。能利用柠檬酸盐，能水解酪蛋白和明胶。β-半乳糖苷酶、赖氨酸脱羧酶和鸟氨酸脱羧酶为阴性。不产 H_2S 和吲哚。不能水解七叶苷和淀粉。利用下列化合物产酸：D-阿拉伯糖、D-己酮糖、苦杏仁苷、D-核糖和 5-酮葡萄糖酸钾。不能利用下列化合物产酸：D-麦芽糖、D-松三糖、D-葡萄糖、D-甘露醇、D-蔗糖、D-蜜二糖、甘油、D-甘露糖、N-乙酰葡萄糖胺、熊果苷、水杨苷、D-乳糖、菊糖、D-棉籽糖和淀粉。★**化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。极性脂质包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和未知磷脂。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.7 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 DX-2^{T}

与 *B. fumarioli* LMG 17489[T]、*B. firmus* JCM 2512[T] 和 *B. foraminis* DSM 19613[T] 的同源性分别为 96.2%、96.0%和 95.7%。与 *B. smithii* 和 *B. infernus* 的同源性分别为 95.5%和 94.9%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gcgacgatga gagtttgatc ctggctcagg acgaacgctg gcggcgtgcc taatacatgc
61    aagtcgagcg aaccgatggg agcttgctcc ccgaggttag cggcggacgg gtgagtaaca
121   cgtgggcaac ctgcctgcaa gaccgggata actccgggaa accggggcta ataccggata
181   atcctttcct tcgcatgaag gaaagctgaa agacggcgca agctgtcact tgcagatggg
241   cccgcggcgc attagctagt tggtgaggta acggctcacc aaggcgacga tgcgtagccg
301   acctgagagg gtgatcggcc acactgggac tgagacacgg cccagactcc tacgggaggc
361   agcagtaggg aatcttccgc aatggacgca agtctgacgg agcaacgccg cgtgagcgat
421   gaaggtcttc ggatcgtaaa gctctgttgt cagggaagaa taagtgccgg agtcactgcc
481   ggcaccttga cggtacctga ccagaagcca cggctaacta cgtgccagca gccgcggtaa
541   tacgtaggtg gcaagcgttg tccggaatta ttgggcgtaa agcgcgcgca ggcggtccct
601   taagtctgat gtgaaagccc ccggcttaac cggggagggt cattggaaac tgggggactt
661   gagtgcagaa gagaagagcg gaattccacg tgtagcggtg aaatgcgtag agatgtggag
721   gaacaccagt ggcgaaagcg gctctttggt ctgtaactga cgctgaggcg cgaaagcgtg
781   gggagcaaac aggattagat accctggtag tccacgccgt aaacgatgag tgctaagtgt
841   tagagggttt ccgcccttta gtgctgcagc taacgcatta agcactccgc ctggggagta
901   cggccgcaag gctgaaactc aaaggaattg acgggggccc gcacaagcgg tggagcacgt
961   ggtttaattc gaagcaacgc gaagaacctt accaggtctt gacatcctcc cccactccta
1021  gagataggag gttccccttc gggggacaga gtgacaggtg gtgcatggtt gtcgtcagct
1081  cgtgtcgtga gatgttgggt taagtcccgc aacgagcgca acccttgtcc ttagttgcca
1141  gcattcagtt gggcactcta aggagactgc cggtgacaaa ccggaggaag gtggggatga
1201  cgtcaaatca tcatgcccct tatgacctgg gctacacacg tgctacaatg gatggtacag
1261  agggtcgcga aaccgcgagg tggagccaat cccacaaaac cattctcagt tcggattgca
1321  ggctgcaact cgcctgcatg aagccggaat cgctagtaat cgcggatcag catgccgcgg
1381  tgaatacgtt cccgggcctt gtacacaccg cccgtcacac cacgagagtc tgtaacaccc
1441  aaagtcggtg gggtaacccg gcttgccggg agccagccgc ctaaggtggg acagatgatt
1501  ggggtgaagt cgtaacaagg taacccactg ccgtcgaatc aa
```

207. *Bacillus thermophilus*（嗜热芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-207。*Bacillus thermophilus* Yang et al.，2013，sp. nov.（嗜热芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SgZ-10 = CCTCC AB2012110 = KACC 16873。**★16S rRNA 基因序列号：**JX274438。**★种名释意：***thermophilus* 中 *thermê* 为热之意，*philos* 为喜好之意，故其中文名称为嗜热芽胞杆菌（Gr. n. *thermê*，heat；Gr. adj. *philos*，friend，loving；N.L. masc. adj. *thermophilus*，heat-loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SgZ-10[T] 是从我国堆肥中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.7）μm ×（2.4～3.5）μm］、兼性厌氧、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、端生、胞囊膨大。NA 培养基上 50℃好氧培养 12 h 后形成的菌落直径为 1.2～1.5 mm、白色、微凸、边缘不规则。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 25～70℃、6.0～9.0 和 0～6.0%（w/v）；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度

分别是 50℃、7.0～7.5 和 0～1%。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐不能被还原。不能水解酪蛋白和淀粉，能水解明胶和七叶苷。脲酶、β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶为阴性。V-P 反应为阴性，不产 H_2S 和吲哚。能利用下列物质：麦芽糖、辛二酸、丙二酸钠、乙酸、L-丙氨酸、3-羟基苯甲酸、L-丝氨酸、戊酸、柠檬酸三钠、3-羟基丁酸、4-羟基苯甲酸和 L-脯氨酸。不能利用下列物质：L-鼠李糖、N-乙酰葡萄糖胺、D-核糖、肌醇、蔗糖、衣康酸、乳酸、5-酮基-葡萄糖酸钾、糖原、D-甘露醇、D-葡萄糖、水杨苷、蜜二糖、L-岩藻糖、D-山梨醇、L-阿拉伯糖、丙酸、癸酸、L-组氨酸和 2-酮基葡萄糖酸钾。利用下列化合物产酸：D-核糖、D-己酮糖和钾 5-酮葡萄糖酸。不能利用下列化合物产酸：甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、龙胆、松二糖、D-来苏糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、2-酮基葡萄糖酸钾。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 47.9 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 SgZ-10^T 与 *B. fortis* R-6514^T 和 *B. subtilis* DSM 10^T 的同源性分别为 96.9%和 92.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggacaaaaga  ggagcttgct
61    ccttttttagt  cagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctgcctg  taagactggg
121   ataactccgg  gaaaccgggg  ctaataccgg  ataatttctt  tttccgcatg  gagaaaggat
181   aaaagacggc  tctgctgtca  cttacagatg  ggcccgcggc  gcattagcta  gttggtgggg
241   taacggccta  ccaaggcaac  gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg
301   actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag  ggaatcttcc  gcaatggacg
361   caagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagtg  atgaaggtct  tcggatcgta  aaactctgtt
421   atcagggaag  aacccgcatc  ggagtaactg  ccggtgcgtt  gacggtacct  gaccagaaag
481   ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  gtggcaagcg  ttgtccggaa
541   ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggct  tcttaagtct  gatgtgaaag  cccacggctc
601   aaccgtggag  ggtcattgga  aactgggagg  cttgagtgca  gaagaggaga  gcggaattcc
661   acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag  gcggctctct
721   ggtctgtaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc  gtgggtagcg  aacaggatta  gataccctgg
781   tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctaag  tgttaggggg  tttccgcccc  ttagtgctgc
841   agcaaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggccgc  aaggctgaaa  ctcaaaggaa
901   ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac
961   cttaccaggt  cttgacatcc  cgatgcccgc  tttagagata  aagttttccc  ttcggggaca
1021  tcggtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc
1081  cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcattaa  gttgggcact  ctaaggtgac
1141  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc
1201  tgggctacac  acgtgctaca  atggatggta  caaagggccg  cgagaccgcg  aggtggagcg
1261  aatcccataa  aaccattctc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc  atgaagccgg
1321  aatcgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggc  cttgtacaca
```

1381	ccgcccgtca	caccacgaga	gtttgtaaca	cccgaagtcg	gtggggtaac	catttggagc
1441	cagccgccga	aggtgggaca	gatgattggg	gtg		

208. *Bacillus thermotolerans*（耐热芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-208。*Bacillus thermotolerans* Yang et al.，2013，sp. nov.（耐热芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SgZ-8 = CCTCC AB 2012108 = KACC 16706。**★16S rRNA 基因序列号：**JX261934。**★种名释意：***thermotolerans* 中 *thermê* 为热之意，*tolerans* 为耐受之意，故其中文名称为耐热芽胞杆菌（ther.mo.to'le.rans. Gr. n. *thermê* heat；L. part. adj. *tolerans* tolerating；N.L. part. adj. *thermotolerans* able to tolerate high temperatures）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SgZ-8^{T} 是从我国堆肥中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.7～0.8）μm ×（1.0～1.2）μm］、革兰氏阳性、厌氧、不运动、形成芽胞、中生或旁中生、胞囊不膨大。TSA 培养基上 50℃培养 12 h 后形成的菌落直径为 0.8～1.2 μm、浅棕色、圆形、边缘整齐、凸起。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 20～65℃、6.0～9.0 和 0～9%（w/v）。最适的生长温度和 pH 分别为 50℃和 6.5～7.0。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。不能水解酪蛋白、淀粉或七叶苷，能水解明胶。API 20E 测试结果表明，利用下列化合物产酸：D-核糖、D-果糖、L-山梨糖、D-来苏糖、D-己酮糖和 5-酮葡萄糖酸钾。不能利用下列化合物产酸：甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、L-鼠李糖、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、柠檬酸铁、水杨苷、纤维二糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、异麦芽酮糖、松二糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂质包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和未知磷脂。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 49.3 mol%。16S rRNA 和 *gyrB* 基因比对结果表明，菌株 SgZ-8^{T} 与 *B. badius* JCM 12228^{T} 的同源性为 96.2%（16S rRNA）和 83.5%（*gyrB*）。16S rRNA 基因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc	ggacggaagg	gagcttgctc
61	ccggaagtca	gcggcggacg	ggtgagtaac	acgtgggtaa	cctgcctgta	agactgggat
121	aactccggga	aaccggggct	aataccggat	agcttcttcc	tccgcatgga	ggaagaatga
181	aaggcggcct	ttggctgtca	cttacagatg	gacccgcggc	gcattagcta	gttggtgggg
241	taacggccca	ccaaggcgac	gatgcgtagc	cgacctgaga	gggtgatcgg	ccacactggg
301	actgagacac	ggcccagact	cctacgggag	gcagcagtag	ggaatcttcc	gcaatggacg
361	aaagtctgac	ggagcaacgc	cgcgtgagtg	aagaaggttt	tcggatcgta	aagctctgtt
421	gtcagggaag	aacaagtacc	ggagtcactg	ccggtacctt	gacggtacct	gaccagaaag
481	ccacggctaa	ctacgtgcca	gcagccgcgg	taatacgtag	gtggcaagcg	ttgtccggaa
541	ttattgggcg	taaagcgcgc	gcaggcggcc	ttttaagtct	gatgtgaaag	cccacggctc
601	aaccgtggag	ggtcattgga	aactggaagg	cttgagtgca	gaagaggaga	gcggaattcc
661	acgtgtagcg	gtgaaatgcg	tagagatgtg	gaggaacacc	agcggcgaag	gcggctctct
721	ggtctgtaac	tgacgctgag	gcgcgaaagc	gtggggagcg	aacaggatta	gataccctgg

```
781   tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctaag  tgttggaggg  tttccgccct  tcagtgctgc
841   agctaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggccgc  aaggctgaaa  ctcaaaggaa
901   ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac
961   cttaccaggt  cttgacatcc  tctgacacct  ctggagacag  agcgttcccc  ttcgggggac
1021  agagtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc
1081  cgcaacgagc  gcaacccttg  accttagttg  ccagcattca  gttgggcact  ctaaggtgac
1141  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc
1201  tgggctacac  acgtgctaca  atggatggta  caaagggcag  cgaagccgcg  aggtgaagcc
1261  aatcccataa  aaccattctc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc  atgaagccgg
1321  aatcgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggc  cttgtacaca
1381  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgcaaca  cccgaagtcg  gtggggtaac  ccttacggga
1441  gccagccgcc  taaggtgggg  cagatgattg  gggtg
```

209. *Bacillus thioparans*（产硫芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-209。*Bacillus thioparans* corrig. Pérez-Ibarra et al.，2007，sp. nov.（产硫芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BMP-1 = CECT 7196 = IIBM-UNAM BM-B-436。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ371431。**★种名释意：***thioparans* 中 *theion* 为硫之意，*parans* 为产生之意，故其中文名称为产硫芽胞杆菌［Gr. n. *theion*（Latin transliteration *thium*），sulfur；L. part. adj. *parans*，producing；N.L. part. adj. *thioparans*，sulfur-producing］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BMP-1^T 是从连续污水处理系统中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.7）μm ×（1.0～1.7）μm］、革兰氏染色可变、好氧、中度嗜盐、可运动、成对或短链状，pH 5.8 条件下形成芽胞、中生。SMGG 培养基上形成的菌落呈亮黄色、小、圆形、边缘光滑。**★生理特性：**NaCl 浓度为 5%时能生长，但在 10%～15% NaCl 浓度下不生长；TSB 培养基上最适生长温度和 pH 分别为 30～35℃和 7.0。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。API 20E 和 API 20NE 结果显示：硝酸钠能被还原成亚硝酸钠，能水解七叶苷和明胶（弱），能利用葡萄糖、N-乙酰-葡萄糖胺、麦芽糖、葡萄糖酸盐、苹果酸盐和柠檬酸盐，不产 H_2S、吲哚和 3-羟基丁酮，ONPG、精氨酸双水解酶、PNPG 反应为阴性，不能发酵葡萄糖、甘露醇、蔗糖、苦杏仁苷和阿拉伯糖，不能利用甘露糖、癸酸和苯乙酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸组成是 $C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 43.8 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明，该菌株与 *B. jeotgali* CCM 7133^T 的序列同源性为 99.5%，但 DNA-DNA 杂交结果显示，该菌株与 *B. jeotgali* CCM 7133^T 的关联度为 44%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggatcttcat  tagcttgctt
61    ttgaagatca  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  cctgcctgta  agactgggat
121   aacttcggga  aaccggagct  aataccggat  aatcctttcc  ctcacatgag  ggaaagctga
181   aagacggttt  cggctgtcac  ttacagatgg  gcccgcggcg  cattagctag  ttggtgaggt
241   aatggctcac  caaggcaacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga
301   ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg  caatggacga
361   aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgaacga  tgaaggcttt  cgggtcgtaa  agttctgttg
421   tcagggaaga  acaagtaccg  gagtaactgc  cggtaccttg  acggtacctg  accagaaagc
```

```
481    cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  tggcaagcgt  tgtccggaat
541    tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggttc  cttaagtctg  atgtgaaagc  ccccggctca
601    accggggagg  gtcattggaa  actggggaac  ttgagtgcag  aagaggagag  cggaattcca
661    cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cggctctctg
721    gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcga  acaggattag  ataccctggt
781    agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagagggt  ttccgccctt  tagtgctgca
841    gcaaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggccgca  aggctgaaac  tcaaaggaat
901    tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc
961    ttaccaggtc  ttgacatcct  ctgacaaccc  tagagatagg  gcgttcccct  tcgggggaca
1021   gagtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081   gcaacgagcg  caacccttga  tcttagttgc  cagcattcag  ttgggcactc  taaggtgact
1141   gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct
1201   gggctacaca  cgtgctacaa  tggatggaac  aaagggcagc  gaagccgcga  ggtgaagcca
1261   atcccataaa  tccattctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca  tgaagccgga
1321   atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc  ttgtacacac
1381   cgcccgtcac  accacgagag  tttgtaacac  ccgaagtcgg  tggggtaacc  ttttggagcc
1441   agccgcctaa  ggtgggacag  atgattgggg  tg
```

210. *Bacillus thuringiensis*（苏云金芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-210。*Bacillus thuringiensis* Berliner，1915（苏云金芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ATCC 10792 = CCUG 7429 = CIP 53.137 = DSM 2046 = HAMBI 478 = JCM 20386 = LMG 7138 = NBRC 101235 = NCAIM B.01292 = NCCB 70008 = NRRL HD-735 = VKM B-1544。**★16S rRNA 基因序列号：**D16281。异名：*Bacillus cereus* var. *thuringiensis*。**★种名释意：***thuringiensis* 意为模式菌株分离自德国苏云金，故其中文名称为苏云金芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *thuringiensis*，pertaining to Thuringia，the German province from where the organism was first isolated）。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株分离自德国苏云金的土壤，但该种在全球广泛分布，且生境多种多样。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，通常可运动，杆状[（1.0～1.2）μm ×（3.0～5.0）μm]，单生或成对或链状生长。芽胞椭圆形（有时圆柱形）、次端生（有时次中生）、胞囊不膨大。通常具有伴胞晶体，形状多种多样：菱形、长方形、球形、卵圆形、锐角-直角三角形或多晶形。它们是δ-内毒素或杀虫晶体蛋白，对特定昆虫、螨虫、线虫、扁虫和原生动物具有毒杀活性。菌落通常为白色至浅黄色，大（直径 2～7 mm），圆形至不规则，边缘整齐或波浪形、圆锯齿状、毛缘，表面通常不光滑或有颗粒纹饰。**★生理特性：**最高生长温度是 40～45℃，最低生长温度是 10～15℃。耐 0.001%溶菌酶。**★生化特性：**卵黄反应为阳性。过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解酪蛋白、明胶和淀粉。V-P 反应为阳性。能利用柠檬酸盐为唯一碳源。能还原硝酸盐。能降解酪氨酸。苯丙氨酸不脱氨基。利用葡萄糖和一小部分碳源产酸不产气。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（34.2%）、iso-$C_{13:0}$（14.6%）、iso-$C_{17:0}$（10.7%）、Summed Feature 3（9.2%）、iso-$C_{17:1}$（5.7%）和 anteiso-$C_{15:0}$（5.1%）。**★分子特性：**2 个菌株的 DNA 的 G+C 含量为 33.5 mol%～40.1 mol%（T_m），4 个菌株的 DNA 的 G+C 含量为 35.7 mol%～

36.7 mol%（Bd），模式菌株的 DNA 的 G+C 含量为 33.8 mol%（T_m）和 34.3 mol%（Bd）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gatgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gaatggattg  agagcttgct
61     ctcaagaagt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggt  aacctgccca  taagactggg
121    ataactccgg  gaaaccgggg  ctaataccgg  ataacatttt  gaactgcatg  gttcgaaatt
181    gaaaggcggc  ttcggctgtc  acttatggat  ggacccgcgt  cgcattagct  agttggtgag
241    gtaacggctc  accaaggcaa  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg
301    gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac
361    gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagt  gatgaaggct  ttcgggtcgt  aaaactctgt
421    tgttagggaa  gaacaagtgc  tagttgaata  agctggcacc  ttgacggtac  ctaaccagaa
481    agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttatccgg
541    aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggtgg  tttcttaagt  ctgatgtgaa  agcccacggc
601    tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactggga  gacttgagtg  cagaagagga  aagtggaatt
661    ccatgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagata  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgacttt
721    ctggtctgta  actgacactg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781    ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttagag  ggtttccgcc  ctttagtgct
841    gaagttaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggcc  gcaaggctga  aactcaaagg
901    aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961    accttaccag  gtcttgacat  cctctgaaaa  ccctagagat  agggcttctc  cttcgggagc
1021   agagtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc
1081   cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccatcattaa  gttgggcact  ctaaggtgac
1141   tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc
1201   tgggctacac  acgtgctaca  atggacggta  caaagagctg  caagaccgcg  aggtggagct
1261   aatctcataa  aaccgttctc  agttcggatt  gtaggctgca  actcgcctac  atgaagctgg
1321   aatcgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggc  cttgtacaca
1381   ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgtaaca  cccgaagtcg  gtggggtaac  ctttttggag
1441   ccagccgcct  aaggtgggac  agatgattgg  ggtgaagtcg  taacaa
```

211. *Bacillus tianshenii*（天申芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-211。*Bacillus tianshenii* Zhao et al.，2014，sp. nov.（天申芽胞杆菌）。**★模式菌株：**YIM M13235 = DSM 25879 = KCTC 33044。**★16S rRNA 基因序列号：**KF811034。**★种名释意：***tianshenii* 意为 TianShen，是以我国微生物分类学家陶天申命名的，故其中文名称为天申芽胞杆菌（ti.an.she'ni.i. N.L. n. *tianshenii* of TianShen，to honour Tian-Shen Tao for his contributions to microbial taxonomy in China）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 YIM M13235^T 是从我国南海海洋沉积物中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状 [（0.50～0.58）μm ×（1.70～1.90）μm]、革兰氏阳性、可运动、好氧、以周生鞭毛运动。芽胞椭球形，次端生。菌落呈白色、半透明、光滑。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别为 10～50℃、6.0～9.0 和 0～7%（w/v）；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别为 30℃、7.0 和 2%～4%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解明胶和吐温 40，不能水解尿素和纤维素。能利用甲硫氨酸、

赖氨酸、丙氨酸、苯丙氨酸、组氨酸和谷氨酸作为唯一氮源，不能利用甘氨酸、苏氨酸、精氨酸、色氨酸、酪氨酸或天冬酰胺作为唯一氮源。能利用葡萄糖、甘油、麦芽糖和七叶苷作为唯一碳源，不能利用 2-酮基葡萄糖酸钾、5-酮基葡萄糖酸钾、苦杏仁苷、熊果苷、纤维二糖、D-核糖醇、D-阿拉伯糖、D-阿糖醇、D-岩藻糖、D-半乳糖、D-来苏糖、D-甘露醇、D-核糖、D-己酮糖、松二糖、半乳糖醇、肌醇、D-木糖、赤藓糖醇、果糖、异麦芽酮糖、葡萄糖酸、糖原、菊糖、乳糖、L-阿拉伯糖、L-阿糖醇、L-岩藻糖、L-鼠李糖、L-山梨糖、L-木糖、甘露糖、松三糖、甲基-α-D-葡糖苷、蜜二糖、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-β-D-木糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、棉籽糖、水杨苷、山梨醇、蔗糖、海藻糖或木糖醇作为唯一碳源。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂质为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、4 种未知的磷脂和一种未知的糖脂。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{17:1\omega10c}$和 anteiso-$C_{17:1}$and/or iso-$C_{17:1}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.1 mol%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 YIM M13235^T 与 *B. halmapalus* DSM 8723^T、*B. horikoshii* DSM 8719^T 和 *B. zhanjiangensis* JSM 099021^T 的关联度分别为 41%、44%和 44%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ctgcccttca  gagtttgatc  ctggctcagg  atgaacgctg  gcggcgtgcc  taatacatgc
61     aagtcgagcg  gatgatgagg  agcttgctcc  tctgattcag  cggcggacgg  gtgagtaaca
121    cgtgggcaac  ctgcccttga  gactgggata  acttcgggaa  accggagcta  ataccggata
181    atatttggaa  cctcctggtt  ccttattgaa  agatggtttc  ggctatcact  caaggatggg
241    cccgcggcgc  attagctagt  tggtgaggta  acggctcacc  aaggcgacga  tgcgtagccg
301    acctgagagg  gtgatcggcc  acactgggac  tgagacacga  cccagactcc  tacgggaggc
361    agcagtaggg  aatcttccac  aatggacgaa  agtctgatgg  agcaacgccg  cgtgagtgat
421    gaaggccttc  gggtcgtaaa  gctctgttgt  tagggaagaa  caagtgcgag  agtaactgct
481    cgcaccttga  cggtacctaa  ccagaaagcc  acggctaact  acgtgccagc  agccgcggta
541    atacgtaggt  ggcaagcgtt  atccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgc  aggtggtttc
601    ttaagtctga  tgtgaaagcc  cacggctcaa  ccgtggaggg  tcattggaaa  ctggggaact
661    tgagtgcaga  agaggaaagt  ggaattccaa  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatttgga
721    ggaacaccag  tggcgaaggc  gactttctgg  tctgtaactg  acactgaggc  gcgaaagcgt
781    ggggagcaaa  caggattaga  taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaagtg
841    ttagagggtt  tccgcccttt  agtgctgcag  ctaacgcatt  aagcactccg  cctggggagt
901    acggtcgcaa  gactgaaact  caaaggaatt  gacgggggcc  cgcacaagcg  gtggagcatg
961    tggtttaatt  cgaagcaacg  cgaagaacct  taccaggtct  tgacatcctc  tgacaaccct
1021   agagataggg  ctttcccctt  cgggggacag  agtgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc
1081   tcgtgtcgtg  agatgttggg  ttaagtcccg  caacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc
1141   agcattaggt  tgggcactct  aaggtgactg  ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg
1201   acgtcaaatc  atcatgcccc  ttatgacctg  ggctacacac  gtgctacaat  ggacggtaca
1261   aagggcagca  aaaccgcgag  gtcgagccaa  tcccataaaa  ccgttctcag  ttcggattgc
1321   aggctgcaac  tcgcctgcat  gaagccggaa  tcgctagtaa  tcgcggatca  gcatgccgcg
1381   gtgaatacgt  tcccgggcct  tgtacacacc  gcccgtcaca  ccacgagagt  ttgtaacacc
1441   cgaagtcggt  ggggtaacct  tttggagcca  gccgcctaag  gtgggacaga  tgattggggt
1501   gaagtcgtaa  caaggtagcc  gtatcggaag  gtgcggctgg  atcacctcct  aagggcagct
1561   ggcgtaatca  t
```

212. *Bacillus timonensis*（泰门芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-212。*Bacillus timonensis* Kokcha et al.，2012，sp. nov.（泰门芽胞杆菌），**★模式菌株：**MM10403188 = CSUR P162 = DSM 253720。**★16S rRNA 基因序列号：**NZ_HE610995。**★种名释意：***timonensis* 意为模式菌株在泰门医院培养，故其中文名称为泰门芽胞杆菌（tim. on. en′sis. L. gen. masc. n. *timonensis*，of Timone，the name of the hospital where strain MM10403188^T was cultivated）。

【种类描述】★菌株来源：芽胞杆菌 MM10403188^T 菌株是从健康患者的粪便菌群中分离得到的。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，杆状，好氧，可运动，形成芽胞（0.66 μm）。BHI 培养基上形成的菌落直径约 3 mm。**★生理特性：**对青霉素 G、阿莫西林、万古霉素、庆大霉素、红霉素、多西环素、利福平和氯霉素敏感，但抗甲氧苄啶/磺胺甲恶唑。**★生化特性：**氧化酶、酯酶、α-胰凝乳蛋白酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶为阳性。过氧化氢酶为阴性。产吲哚。能利用下列化合物：L-阿拉伯糖、D-乳糖、D-蜜二糖、D-海藻糖、D-蔗糖和 D-松二糖。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.3 mol%。采用全基因组分类，比对的芽胞杆菌基因组为：新种 *B. timonensis*（4.6 Mb）与 *B. licheniformis*（4.2 Mb）。尽管菌株 MM10403188^T 与 *B. humi* DSM 16318^T 的 16S rRNA 基因序列同源性为 98.2%，但是，它与 *Bacillus* 种类的 ANI 值为 76.4%～93%，与 *B. licheniformis* 的 ANI 值为 86.10%，确认该种为新种。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gatgaacgcy ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc gaacctgagg gagcttgctc
61    ccaaaggtta gcggcggacg ggtgagtaac acgtgggcaa cctgcctgta agactgggat
121   aacttcggga aaccggagct aataccggat aatataagag accacatggt ctcctattaa
181   aagatggctt ttcgctatca cttacagatg ggcccgcggc gcattagcta gttggtgagg
241   taacggctca ccaaggcrac gatgcgtagc cgacctgaga gggtgatcgg ccacactggg
301   actgagacac ggcccagact cctacgggag gcagcagtag ggaatcttcc gcaatggacg
361   aaagtctgac ggagcaacgc cgcgtgagcg aagaaggtct tcggatcgta aagctctgtt
421   gttagggaag aacaagtatc gttcgaatag ggcggtacct tgacggtacc taaccagaaa
481   gccacggcta actacgtgcc agcagccgcg gtaatacgta ggtggcaagc gttatccgga
541   attattgggc gtaaagcgcg cgcaggcggt cctttaagtc tgatgtgaaa gcccacggct
601   caaccgtgga gggtcattgg aaactggggg acttgagtgc agaagaggag agcggaattc
661   cacgtgtagc ggtgaaatgc gtagagatgt ggaggaacac cagtggcgaa ggcggctctc
721   tggtctgtaa ctgacgctga ggcgcgaaag cgtggggagc gaacaggatt agataccctg
781   gtagtccacg ccgtaaacga tgagtgctaa gtgttagagg gtttccgccc tttagtgctg
841   cagcaaacgc attaagcact ccgcctgggg agtacggtcg caagactgaa actcaaagga
901   attgacgggg gcccgcacaa gcggtggagc atgtggttta attcgaagca acgcgaagaa
961   ccttaccagg tcttgacatc ctctgacact cctagagata ggamtttccc ttcggggaca
1021  gagtgacagg tggtgcatgg ttgtcgtcag ctcgtgtcgt gagatgttgg gttaagtccc
1081  gcaacgagcg caacccttga tcttagttgc cagcatttag ttgggcactc taaggtgact
1141  gccggtgaca aaccggagga aggtggggat gacgtcaaat catcatgccc cttatgacct
1201  gggctacaca cgtgctacaa tggatggtac aaagggcagc gaaaccgcga ggttaagcca
1261  atcccataaa accattctca gttcggattg caggctgcaa ctcgcctgca tgaagccgga
1321  atcgctagta atcgcggatc agcatgccgc ggtgaatacg ttcccgggcc ttgtacacac
```

1381　cgcccgtcac　accacgagag　tttgtaacac　ccgaagtcgg　tggggtaacc　gtaaggagcc
1441　agccgcctaa　ggtgggacag　atgattgggg　tg

213. *Bacillus toyonensis*（图瓦永芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-213。*Bacillus toyonensis* Jiménez et al.，2013，sp. nov.（图瓦永芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BCT-7112 = CECT 876 = NCIMB 14858。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ310100。**★种名释意：***toyonensis* 意为日本东洋酿造（Toyo Jozo）公司，其发音为图瓦永，故中文名称为图瓦永芽胞杆菌（to.yo.nen′sis. N.L. masc. adj. *toyonensis*，arbitrary epithet formed from the name of a company called Toyo Jozo）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BCT-7112^{T} 是从日本实验室中用作动物营养的益生菌中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状（3～4）μm、革兰氏阳性、可运动、兼性厌氧、单生、成对或短链状生长，形成芽胞、中生、次端生、胞囊不膨大。菌落大、扁平、呈波浪状、颗粒状、白色、奶油色。**★生理特性：**生长的温度是 10～45℃，最适的生长温度是 35℃。色氨酸不是生长所必需的。**★生化特性：**卵黄卵磷脂酶为阳性反应；甘露醇为阴性反应。在精氨酸双水解酶存在下，能利用下列化合物：甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、D-松二糖、柠檬酸、熊果苷、水杨苷、D-蔗糖、D-海藻糖、淀粉和糖原。不能利用甘油、D-甘露糖和纤维二糖。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{13:0}$。细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35.6 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gatgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc　gaatggattg　agagcttgct
61　ctcaagaagt　tagcggcgga　cgggtgagta　acacgtgggt　aacctgccca　taagactggg
121　ataactccgg　gaaaccgggg　ctaataccgg　ataacatttt　gaactgcatg　gttcgaaatt
181　gaaaggcggc　ttcggctgtc　acttatggat　ggacccgcgt　cgcattagct　agttggtgag
241　gtaacggctc　accaaggcaa　cgatgcgtag　ccgacctgag　agggtgatcg　gccacactgg
301　gactgagaca　cggcccagac　tcctacggga　ggcagcagta　gggaatcttc　cgcaatggac
361　gaaagtctga　cggagcaacg　ccgcgtgagt　gatgaaggct　ttcgggtcgt　aaaactctgt
421　tgttagggaa　gaacaagtgc　tagttgaata　agctggcacc　ttgacggtac　ctaaccagaa
481　agccacggct　aactacgtgc　cagcagccgc　ggtaatacgt　aggtggcaag　cgttatccgg
541　aattattggg　cgtaaagcgc　gcgcaggtgg　tttcttaagt　ctgatgtgaa　agcccacggc
601　tcaaccgtgg　agggtcattg　gaaactggga　gacttgagtg　cagaagagga　aagtggaatt
661　ccatgtgtag　cggtgaaatg　cgtagagata　tggaggaaca　ccagtggcga　aggcgacttt
721　ctggtctgta　actgacactg　aggcgcgaaa　gcgtggggag　caaacaggat　tagataccct
781　ggtagtccac　gccgtaaacg　atgagtgcta　agtgttagag　ggtttccgcc　ctttagtgct
841　gaagttaacg　cattaagcac　tccgcctggg　gagtacggcc　gcaaggctga　aactcaaagg
901　aattgacggg　ggcccgcaca　agcggtggag　catgtggttt　aattcgaagc　aacgcgaaga
961　accttaccag　gtcttgacat　cctctgaaaa　ccctagagat　agggcttctc　cttcgggagc
1021　agagtgacag　gtggtgcatg　gttgtcgtca　gctcgtgtcg　tgagatgttg　ggttaagtcc
1081　cgcaacgagc　gcaacccttg　atcttagttg　ccatcattaa　gttgggcact　ctaaggtgac
1141　tgccggtgac　aaaccggagg　aaggtgggga　tgacgtcaaa　tcatcatgcc　ccttatgacc
1201　tgggctacac　acgtgctaca　atggacggta　caaagagctg　caagaccgcg　aggtggagct
1261　aatctcataa　aaccgttctc　agttcggatt　gtaggctgca　actcgcctac　atgaagctgg

```
1321  aatcgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggc  cttgtacaca
1381  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgtaaca  cccgaagtcg  gtggggtaac  ctttttggag
1441  ccagccgcct  aaggtgggac  agatgattgg  ggtgaagtcg  taacaaggta  gccgtatcgg
1501  aagtgct
```

214. *Bacillus trypoxylicola*（居甲虫芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-214。*Bacillus trypoxylicola* Aizawa et al.，2010，sp. nov.（居甲虫芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SU1 = KCTC 13244= NBRC 102646。**★16S rRNA 基因序列号：**AB434284。**★种名释意：***trypoxylicola* 中 *trypoxylus* 为甲虫之意，*cola* 为栖息地之意，故其中文名称为居甲虫芽胞杆菌［N.L. n. *Trypoxylus*，systematic genus name of the Japanese horned beetle（Coleoptera：Scarabaeidae），the source of the type strain；L. suff. *-cola*（from L. masc. or fem. n. incola），an inhabitant of a place，a resident，a dweller；N.L. masc. n. *trypoxylicola*，the Japanese horned beetle dweller］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $SU1^T$ 是从日本角甲虫（*Trypoxylus dichotomus septentrionalis*）幼虫的内脏中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［0.6 μm ×（0.8～2.0）μm］、革兰氏阳性、好氧、非可运动，形成芽胞、椭圆形、端生、胞囊略膨大。ATS 琼脂培养基上 30℃、pH 9.0 培养 3 d 后形成的菌落呈黄色、扁平、圆形、边缘整齐。**★生理特性：**菌株生长的温度和 pH 分别是 17～37℃和 8～10，最适的生长温度为 30℃，最适 pH 为 9。生长的 KCl 和 NaCl 浓度分别为 0～17%和 0～5%。耐氟甲喹、卡那霉素、甲硝唑、呋喃妥因、恶喹酸和磺胺甲二唑，但对下列化合物敏感：阿莫西林，安普霉素、安奇、头孢哌酮、头孢菌素、氯霉素、多黏菌素、强力霉素、红霉素、庆大霉素、林可霉素、苯唑西林、青霉素、普那霉素、利福平、链霉素、大观霉素、四环素和泰乐菌素。**★生化特性：**能水解木聚糖，不能水解明胶、酪蛋白、吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80。氧化酶、酸性磷酸酶、碱性磷酸酶、过氧化氢酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸苷酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、亮氨酸芳基酰胺酶、色氨酸芳基酰胺酶和缬氨酸芳基酰胺酶为阳性，但 N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-胰凝乳蛋白酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、α-岩藻糖苷酶、α-甘露糖苷酶、酯酶（C4）、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶、脲酶、精氨酸双水解酶和蛋白酶为阴性。不产吲哚和 H_2S。V-P 反应和苯丙氨酸脱氨酶为阴性。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。利用下列碳源产酸：L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、L-鼠李糖、D-甘露醇、D-山梨醇、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖、淀粉和糖原。不能利用下列碳源产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、D-核糖醇、L-山梨糖、半乳糖醇、肌醇、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、熊果苷、菊糖、松三糖、D-来苏糖、D-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾和 5-酮基葡萄糖酸钾。能利用甘油、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、L-鼠李糖、D-甘露醇、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖、淀粉、糖原和 2-酮基葡萄糖酸钾，不能利用赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、D-核糖、L-木糖、D-核糖醇、L-山梨糖、半乳糖醇、肌醇、

D-山梨醇、N-乙酰葡萄糖胺、菊糖、松三糖、木糖醇、松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾和5-酮基葡萄糖酸钾。**★化学特性：**菌株的主要呼吸醌为MK-7，细胞主要脂肪酸为iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$和iso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**模式菌株的DNA的G+C含量为37.4 mol%。根据16S rRNA基因序列分析结果表明，该菌株与嗜碱模式菌株*B. pseudalcaliphilus*和*B. alcalophilus*的同源性达到97%，但它们的DNA-DNA杂交关联度低于30%。16S rRNA基因序列如下。

1 gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc ggacagaagg gagcctgctc
61 ctggaagtca gcggcggacg ggtgagtaac acgtgggcaa cctgccctgt agactgggat
121 aacatcgaga aattcggtgc taataccgga taatccgaag aaaccgcatg gtttcctttg
181 taaaagatgg ctccggctat cactacggga tgggcccgcg gcgcattagc tagttggtgg
241 ggtagaggct caccaaggcg acgatgcgta gccgacctga gagggtgatc ggccacactg
301 ggactgagac acggcccaga ctcctacggg aggcagcagt agggaatctt ccgcaatgga
361 cgaaagtctg acggagcaac gccgcgtgag tgatgaaggt tttcggatcg taaagctctg
421 ttgttaggga agaacaagtg ccattcaaat agggtggcac cttgacggta cctaaccaga
481 aagccacggc taactacgtg ccagcagccg cggtaatacg taggtggcaa gcgttgtccg
541 gaattattgg gcgtaaagcg cgcgcaggcg gtcttttaag tctgatgtga aagatcctgg
601 gctcaacccc gagaggtcat tggaaactgg gagacttgag tacagaagag gagagtggaa
661 ttccacgtgt agcggtgaaa tgcgtagata tgtggaggaa caccagtggc gaaggcgctc
721 tctgttctta actgacggtg aggcgcgaaa gcgtgggagc aaacaagatt agataccctg
781 gtagtccacg ccgtaaacga tgagtgctag gtgttagggg tttcgatgcc cttagtgccg
841 aagttaacac attaagcatt ccgcctgggg agtacggccg caagggctga aactcaaagg
901 aattgacggg ggcccgcaca agcagtggag catgtggttt aattcgaagc aacgcgaaga
961 accttaccag gtcttgacat cctttgacca ccctagagat agggctttcc ccttcggggg
1021 acaaagtgac aggtggtgca tggttgtcgt cagctcgtgt cgtgagatgt tgggttaagt
1081 cccgcaacga gcgcaaccct tgatcttagt tgccagcatt tagttgggca ctctaaggtg
1141 actgccggtg acaaaccgga ggaaggtggg gatgacgtca aatcatcatg ccccttatga
1201 cctgggctac acacgtgcta caatggatgg tacaaagggc agcaaaaccg cgaggtcgag
1261 ccaatcccat aaagccattc tcagttcgga ttgtaggctg caactcgcct acatgaagcc
1321 ggaattgcta gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat acgttcccgg gccttgtaca
1381 caccgcccgt cacaccacga gagtttgtaa cacccgaagt cggtgaggta accttttgga
1441 gccagccgcc tatggtggga acagatgatt ggggtgaagt cgtaacaagg tagccgtatc
1501 ggaaggtgc

215. *Bacillus vallismortis*（死谷芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-215。*Bacillus vallismortis* Roberts et al.，1996，sp. nov.（死谷芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DV1-F-3 = ATCC 700092 = CIP 104792 = DSM 11031 = LMG 18725 = NBRC 101236 = NRRL B-14890。**★16S rRNA基因序列号：**AB021198。**★种名释意：***vallismortis*中*vallis*为山谷之意，*morsmortis*为死亡之意，故其中文名称为死谷芽胞杆菌（L. n. *vallis*，valley；L. n. *morsmortis*，death；N.L. gen. n. *vallismortis*，of Death Valley）。

【种类描述】★菌株来源：菌株DV1-F-3^{T}是从美国死亡谷土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.8～1.0）μm ×（2.0～4.0）μm］、革兰氏阳性、好氧、单生或短链

状、可运动。芽胞椭圆形，中生或旁中生，胞囊不膨大。琼脂培养基上 28℃培养 2 d 后形成的菌落直径大小为 1.0～2.0 mm、不透明、圆形、光滑。**★生理特性：**最适生长温度是 28～30℃，最高生长温度是 50℃，最低生长温度是 5～10℃；生长 pH 是 5.7，生长的 NaCl 浓度是 10%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。能水解淀粉、酪蛋白和吐温 80，不能水解苯丙氨酸和酪氨酸。能利用柠檬酸盐，不能利用丙酸。不产 H_2S、吲哚和 3-羟基丁酮。卵黄反应为阴性。利用下列碳源产酸不产气：L-阿拉伯糖、纤维二糖、果糖、葡萄糖、半乳糖、麦芽糖、甘露醇、甘露糖、L-核糖、鼠李糖、水杨苷、山梨醇、蔗糖、海藻糖和木糖；不能利用乳糖和蜜二糖。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 43 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ttgatcctgg  ctcaggacga  acgctggcgg  cgtgcctaat  acatgcaagt  cgagcggaca
61    gatgggagct  tgctccctga  tgttagcggc  ggacgggtga  gtaacacgtg  ggtaacctgc
121   ctgtaagact  gggataactc  cgggaaaccg  gggctaatac  cggatgcttg  tttgaaccgc
181   atggttcaaa  cataaaaggt  ggcttcggct  accacttaca  gatggacccg  cggcgcatta
241   gctagttggt  gaggtaatgg  ctcaccaagg  caacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga
301   tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc
361   ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  agtgatgaag  gttttcggat
421   cgtaaagctc  tgttgttagg  gaagaacaag  tgccgttcaa  atagggcggc  accttgacgg
481   tacctaacca  gaaagccacg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtaggtggc
541   aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  ggctcgcagg  cggtttctta  agtctgatgt
601   gaaagccccc  ggctcaaccg  gggagggtca  ttggaaactg  gggaacttga  gtgcagaaga
661   ggagagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg
721   cgaaggcgac  tctctggtct  gtaactgacg  ctgaggagcg  aaagcgtggg  gagcgaacag
781   gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaagtgtta  gggggtttcc
841   gccccttagt  gctgcagcta  acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg  gtcgcaagac
901   tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg  tttaattcga
961   agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catcctctga  caatcctaga  gataggacgt
1021  ccccttcggg  ggcagagtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg
1081  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcat  tcagttgggc
1141  actctaaggt  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat
1201  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatggaca  gaacaaaggg  cagcgaaacc
1261  gcgaggttaa  gccaatccca  caaatctgtt  ctcagttcgg  atcgcagtct  gcaactcgac
1321  tgcgtgaagc  tggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg
1381  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttgta  acacccgaag  tcggtgaggt
1441  aacctttttag  gagccagccg  ccgaaggtgg  gacagatgat  tggggtgaag  tcgtaacaag
1501  gtagccgtat  cggaaggtgc  ggctggatca
```

216. *Bacillus vanillea*（香草芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-216。*Bacillus vanillea* Chen et al.，2014，sp. nov.（香草芽胞杆菌）。**★模式菌株：**XY18 = CGMCC 8629 = NCCB 100507。**★16S rRNA 基因序列号：**KF986320。**★种名释意：***vanillea* 意为模式菌株分离自香草豆，故其中文名称为香草芽胞杆菌（va.ni.ll'ea. L. masc. adj. *vanillea* from vanilla bean，the source of the sample from which the

type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 XY18^T 是从我国海南固化香草豆中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.7）μm×（1.2～1.9）μm］、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动。LB 培养基上 28℃培养 20 h 后形成的菌落直径为 3～5 mm、圆形、奶油白色、微凸、边缘规则。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 20～45℃、4.0～8.0 和 0～8%（w/v）；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 28～35℃、5.0～7.0 和 1%～4%。**★生化特性：**Biolog 测试结果表明，菌株能利用下列化合物作为能源：苦杏仁苷、熊果苷、D-纤维二糖、D-果糖、龙胆二糖、α-D-葡萄糖、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-蜜二糖、3-甲基-D-葡萄糖、α-甲基-D-葡糖苷、β-甲基-D-葡糖苷、异麦芽酮糖、D-阿洛酮糖、D-棉籽糖、D-核糖、水杨苷、景天庚酮糖、D-山梨醇、蔗糖、D-海藻糖、松二糖、D-木糖、γ-羟基丁酸、α-酮基缬草酸、L-苹果酸、丙酮酸甲酯、琥珀酸单甲酯、丙酮酸、琥珀酰胺酸、琥珀酸、D-丙氨酸、L-丙氨酸、L-丙氨酰-甘氨酸、L-天冬酰胺、L-谷氨酸、L-丝氨酸、2，3-丁二醇、甘油、腺苷、2′-脱氧腺苷、肌苷、胸苷、尿苷、α-D-葡萄糖-1-磷酸、D-葡萄糖-6-磷酸和 D-L-α-甘油磷酸盐。不能利用下列化合物作为能源：α-环糊精、β-环糊精、菊糖、L-阿拉伯糖、L-岩藻糖、D-半乳糖、D-半乳糖醛酸、D-葡萄糖酸、肌醇、α-D-乳糖、乳果糖、D-松三糖、α-甲基-D-半乳糖苷、β-甲基-D-半乳糖苷、α-甲基-D-甘露糖苷、L-鼠李糖、水苏糖、D-已酮糖、乙酸、α-羟基丁酸、β-羟基丁酸、对羟基苯基乙酸、乳酰胺、D-乳酸甲基酯、L-乳酸、D-苹果酸、丙酸、N-乙酰基-L-谷氨酸、L-丙氨酰胺、甘氨酰-L-谷氨酸、腺苷-5'-单磷酸、尿苷-5'-单磷酸和 D-果糖-6-磷酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 46.4 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 XY18^T 与 *B. amyloliquefaciens* NBRC 15535^T 和 *B. siamensis* PD-A10^T 的同源性分别为 99.1%和 99.2%，但 DNA-DNA 杂交结果表明菌株 XY18^T 与 *B. amyloliquefaciens* NBRC 15535^T 的关联度为 35.7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ttgctccctg  atgttagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggtaacctg  cctgtaagac
61    tgggataact  ccgggaaacc  ggggctaata  ccggatggtt  gtttgaaccg  catggttcag
121   acataaaagg  tggcttcggc  taccacttac  agatggaccc  gcggcgcatt  agctagttgg
181   tgaggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca
241   ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat
301   ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaagct
361   ctgtgtaggg  aagaacaagt  gcgtcaaata  gggcggcact  gacggtacct  aaccagaaag
421   ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  gtggcaagcg  tgtccgggaa
481   ttattgggcg  taaagggctc  gcaggcggtt  tcttaagtct  gatgtgaaag  cccccggctc
541   aaccggggag  ggtcattgga  aactggggaa  cttgagtgca  gaagaggaga  gtggaattcc
601   acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag  gcgactctct
661   ggtctgtaac  tgacgctgag  gagcgaaagc  gtggggagcg  aacaggatta  gataccctgg
721   tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctaag  tgttaggggg  tttccgcccc  ttagtgctgc
781   agctaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggtcgc  aagactgaaa  ctcaaaggaa
841   ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac
901   cttaccaggt  cttgacatcc  tctgacaatc  ctagagatag  gacgtcccct  tcgggggcag
```

961 agtgacaggt ggtgcatggt tgtcgtcagc tcgtgtcgtg agatgttggg ttaagtcccg
1021 caacgagcgc aacccttgat cttagttgcc agcattcagt tgggcactct aaggtgactg
1081 ccggtgacaa accggaggaa ggtggggatg acgtcaaatc atcatgcccc ttatgacctg
1141 ggctacacac gtgctacaat gggcagaaca aagggcagcg aaaccgcgag gttaagccaa
1201 tcccacaaat ctgttctcag ttcggatcgc agtctgcaac tcgactgcgt gaagctggaa
1261 tcgctagtaa tcgcggatca gcatgccgcg gtgaatacgt tcccgggcct tgtacacacc
1321 gcccgtcaca ccacgagagt ttgtaacacc cgaagtcggt gaggtaacct ttatggagcc
1381 agccgccgaa ggtgggacag atg

217. *Bacillus vedderi*（威氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-217。*Bacillus vedderi* Agnew et al.，1996，sp. nov.（威氏芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JaH = ATCC 700130 = CIP 105292 = DSM 9768 = LMG 17954。**★16S rRNA 基因序列号：**Z48306。**★种名释意：***vedderi* 意为 Vedder，旨在纪念荷兰微生物学家 A. Vedder，故其中文名称为威氏芽胞杆菌（N.L. gen. n. *vedderi*，of Vedder，named after A. Vedder，the Dutch microbiologist who described *Bacillus alcalophilus* in 1934）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JaH^T 分离自赤铁铝矿采矿废水。**★形态特征：**细胞细杆状、嗜碱性、兼性厌氧、革兰氏阳性、可运动，形成芽胞、椭球形、端生、胞囊膨大。碱性草酸培养基上 37℃培养 2 d 后形成的菌落直径约 1.5 mm、呈白色、扁平、圆形。**★生理特性：**最适生长温度为 40℃、最高的生长温度是 45～50℃；生长的 pH 是 8.9～10.5，最适生长 pH 为 10.0；菌株在 7.5% NaCl 中能生长，在 10% NaCl 中不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性反应；能水解果胶和桦木木聚糖；弱水解明胶和羧甲基纤维素；不能水解酪蛋白、淀粉和木聚糖。葡萄糖和一部分碳水化合物可以作为唯一碳源。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.3 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1 ctggcggcgt gcctaataca tgcaagtcga gcggatcaat aagagcttgc tcttatgaag
61 atcagcggcg gacgggtgag taacacgtgg gcaacctgcc ttacagactg ggataactcc
121 gggaaaccgg agctaatacc ggatgaccnc ttggaccgca tggtccgatt gtaaaagttg
181 ggatttatcc taacactgtg agatgggccc gcggcgcatt agctagttgg tggggtaacg
241 gcctaccaag ccgacgatgc gtagccgacc tgagagggtg atcggccaca ctggaactga
301 gacacggtcc agactcctac gggaggcagc agtagggaat catccgcaat gggcgaaagc
361 ctgacggtgc aacgccgcgt gaacgatgac ggtcttcgga ttgtaaagtt ctgttgttag
421 ggaagaataa gtaccgttcg aatagggcgg taccttgacg gtacctaacc agaaagcccc
481 ggctaactac gtgccagcag ccgcggtaat acgtaggggg caagcgttgt ccggaattat
541 tgggcgtaaa gcgcgcgcag gcggtctctt aagtctgatg tgaaagccca cggctcaacc
601 gtggagggtc attggaaact gggagacttg agtgtaggag aggaaagtgg aattccacgt
661 gtagcggtga aatgcgtaga tatgtggagg aacaccagtg gcgaaggcga ctttctggcc
721 tacaactgac gctgaggcgc gaaagcgtgg ggagcaaaca ggattagata ccctggtagt
781 ccacgccgta aacgatgagt gctaggtgtt aggggtttcg atacccttag tgccgcagtt
841 aacacattaa gcactccgcc tggggagtac ggtcgcaaga ctgaaactca aaggaattga
901 cgggggcccg cacaagcagt ggagcatgtg gtttaattcg aagcaacgcg aagaacctta
961 ccaggtcttg acatcctctg ccactcctag agataggacg ttccccttcg gggacagag

```
1021   tgacaggtgg   tgcatggttg   tcgtcagctc   gtgtcgtgag   atgttgggtt   aagtcccgca
1081   acgagcgcaa   cccttgacct   tagttgccag   catttagttg   ggcactctaa   ggtgactgcc
1141   ggtgacaaac   cggaggaagg   tggggatgac   gtcaaatcat   catgcccctt   atgacctggg
1201   ctacacacgt   gctacaatgg   gtggtacaaa   gggcagcaaa   gccgcgaggc   cgagcgaatc
1261   ccataaagcc   actctcagtt   cggattgcag   gctgcaactc   gcctgcatga   agccggaatt
1321   gctagtaatc   gcggatcagc   atgccgcggt   gaatacgttc   ccgggccttg   tacacaccgc
1381   ccgtcacacc   acgagagctt   gtaacacccg   aagtcggtga   ggtaaccttt   tggagccagg
1441   caccgaaggt   gggacaggtg   attggggtga   agtcgtaa
```

218. *Bacillus vietnamensis*（越南芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-218。*Bacillus vietnamensis* Noguchi et al.，2004，sp. nov.（越南芽胞杆菌）。**★模式菌株：**15-1 = JCM 11124 = NBRC 101237 = NRIC 0531 = NRRL B-23890。**★16S rRNA 基因序列号：**AB099708。**★种名释意：***vietnamensis* 意为模式菌株分离自越南，故其中文名称为越南芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *vietnamensis*，referring to Vietnam，the country where the strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $15\text{-}1^T$ 分离自越南鱼酱。**★形态特征：**细胞杆状[（0.5～1.0）μm ×（2.0～3.0）μm]、革兰氏阳性、好氧、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、中生、胞囊不膨大。**★生理特性：**生长的 NaCl 浓度为 0～15%（最适 1%）；生长温度是 10～40℃（最适是 30～40℃；菌株 16-3 和 NRRL B-14850 在 50℃能生长）；生长的 pH 是 6.5～10，在 pH 为 6 时不生长。在含溶菌酶条件下能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。不产吲哚。精氨酸双水解酶和脲酶为阴性。能水解酪蛋白、淀粉、DNA、七叶苷、明胶、ONPG 和酪氨酸。不产 H_2S。利用下列化合物产酸：甘油、D-核糖、D-葡萄糖、D-果糖、甘露糖、N-乙酰-D-葡萄糖胺、七叶苷、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、淀粉和糖原。不能利用下列化合物产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、L-木糖、核糖醇、甲基-D-木糖苷、半乳糖、D-甘露糖（NRRL B-14850 利用该糖产酸）、L-山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、甲基-D-甘露糖苷、甲基-β-D-葡糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、乳糖、蜜二糖、松三糖、D-棉籽糖、木糖醇、β-异麦芽酮糖、D-松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、D-葡萄糖酸、2-酮基葡萄糖酸和 5-酮基葡萄糖酸。能利用葡萄糖、D-甘露醇、N-乙酰基-D-葡萄糖胺、麦芽糖、葡萄糖酸和 DL-苹果酸，不能利用 L-阿拉伯糖、D-甘露糖、正癸酸、柠檬酸盐和己二酸。**★化学特性：**细胞壁含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43 mol%～44 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，这些菌株属于芽胞杆菌，但是与已鉴定的芽胞杆菌是相对独立的。菌株 $15\text{-}1^T$ 和 NRRL B-14850 之间，以及分离自该地的其他菌株的 DNA-DNA 杂交关联度高达 82%～100%。其与已鉴定的芽胞杆菌的模式菌株的 DNA-DNA 杂交关联度很低（<29%）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gctggcggcg   tgcctaatac   atgcaagtcg   agcggattga   tgggagcttg   ctccctgata
61     tcagcggcgg   acgggtgagt   aacacgtggg   taacctgcct   gtaagactgg   gataactccg
```

```
121    ggaaaccggg  gctaataccg  gataactcat  ttcctcgcat  gaggaaatgt  tgaaaggtgg
181    nttctggcta  ccacttacag  atggacccgc  ggcgcattag  ctagttggtg  aggtaacggc
241    tcaccaaggc  aacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact  gggactgaga
301    cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct
361    gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc  gtaaagctct  gttgttaggg
421    aagaacaagt  gccgttcgaa  tagggcggca  ccttgacggt  acctaaccag  aaagccacgg
481    ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtaggtggca  agcgttgtcc  ggaattattg
541    ggcgtaaagc  gcgcgcaggt  ggttccttaa  gtctgatgtg  aaagcccacg  gctcaaccgt
601    ggagggtcat  tggaaactgg  ggaacttgag  tgcagaagag  gaaagtggaa  ttccaagtgt
661    agcggtgaaa  tgcgtagata  tttggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact  ttctggtctg
721    taactgacac  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc  ctggtagtcc
781    acgccgtaaa  cgatgagtgc  taagtgttag  ggggtttccg  ccccttagtg  ctgcagctaa
841    cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgg  tcgcaagact  gaaactcaaa  ggaattgacg
901    ggggcccgca  caagcggtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc
961    aggtcttgac  atcctctgac  aaccctagag  atagggcttt  ccccttcggg  ggacagagtg
1021   acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac
1081   gagcgcaacc  cttgatctta  gttgccagca  ttcagttggg  cactctaana  tgactgccgg
1141   tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct
1201   acacacntgc  tacaatggac  ggtacaaagg  gcancgaaac  cgcgaggttt  acccaatccc
1261   ataaaaccgt  tctcagttcg  gattgtaggc  tgcaactcnc  ctacatgaag  ctggaatcgc
1321   tantaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacnttccc  gggccttgta  cacaccgccc
1381   gtcacacc
```

219. *Bacillus vireti*（原野芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-219。*Bacillus vireti* Heyrman et al.，2004，sp. nov.（原野芽胞杆菌）。**★模式菌株：**IDA3632= R-15447 = DSM 15602 = JCM 21711 = LMG 21834 = NBRC 102452。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ542509。**★种名释意：***vireti* 为原野之意，故其中文名称为原野芽胞杆菌（L. neut. n. *viretum*，a place overgrown with grass，a green place；L. gen. n. *vireti*，of a field）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 IDA3632^T 是从荷兰 Drentse A 农业研究区土壤中分离的。**★形态特征：**细胞杆状、两端圆形、革兰氏阴性、兼性厌氧、可运动、略微弯曲、单生或成对生长。菌体细胞在含有 $MnSO_4$ 的 TSA 培养基上不形成芽胞，但在 pH 为 7 的 *B. fumarioli* 琼脂上培养 48 h 后可形成芽胞。芽胞呈椭球形、中生或旁中生、有时端生、胞囊膨大。TSA 培养基上培养 3 d 后形成的菌落直径 4 mm、呈圆形、凸起、边缘整齐、颜色为暗奶油色。菌落表面似有蛋壳状纹理，整个菌落疏松、一致。**★生理特性：**生长的最适温度是 30℃，最高生长温度是 40～45℃。生长的最低 pH 是 4.0～5.0，最适和最大的 pH 均为 7.0～7.5。**★生化特性：**能水解酪蛋白。API 20E 测试结果表明：能水解明胶。硝酸盐被还原成亚硝酸盐。ONPG 水解可变。不产吲哚和 H_2S。不能利用柠檬酸盐。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶和 V-P 反应为阴性。API 50CH 测试结果表明：能水解七叶苷。能利用下列碳水化合物产酸不产气：N-乙酰-D-氨基葡萄糖、D-果糖、L-岩藻糖（弱）、半乳糖（弱）、D-葡萄糖、糖原、麦芽糖、

D-甘露醇、D-甘露糖、核糖（弱）、D-海藻糖、甲基-α-D-葡萄糖苷（弱）、淀粉、蔗糖，葡萄糖酸、*meso*-肌醇、甲基-α-D-甘露糖苷和鼠李糖产酸因菌株而异。不能利用下列碳水化合物产酸：半乳糖、苦杏仁苷、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、熊果苷、D-纤维二糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖、β-异麦芽酮糖、甘油、菊糖、2-酮基-D-葡萄糖酸、5-酮基-D-葡萄糖、乳糖、蜜二糖水合物、D-松三糖、D-来苏糖、甲基-D-木糖苷、棉籽糖、水杨苷、山梨醇、L-山梨糖、D-己酮糖、D-松二糖、木糖醇、D-木糖和 L-木糖。模式菌株 LMG 21834^T 利用葡萄糖酸、甲基-α-D-甘露糖苷的能力较弱，不能利用肌醇和鼠李糖。**★化学特性：**主要脂肪酸是 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$，分别约占 47%和 34%。至少占 1%的脂肪酸有：iso-$C_{14:0}$、$C_{14:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:1\omega11c}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.8 mol%～40.3 mol%，模式菌株 DNA 的 G+C 含量约为 40.2 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gaatcwttgg  gagcttgctc
61    ccawtggtta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  cctgcctgta  agactgggat
121   aacttcggga  aaccggagct  aataccggat  aatccatttc  ctctcatgag  gaaatgctga
181   aagtcggttt  cggctgacac  ttacagatgg  gcccgcggcg  cattagctag  ttggtgaggt
241   aacggctcac  caaggcracg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga
301   ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttcca  caatggacga
361   aagtctgatg  gagcaacgcc  gcgtgagcga  tgaaggcctt  cgggtcgtaa  agctctgttg
421   ttagggaaga  acaagtaccg  gagtaactgc  cggtaccttg  acggtaccta  accagaaagc
481   cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  tggcaagcgt  tgtccggaat
541   tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggtcc  tttaagtctg  atgtgaaagc  ccacggctca
601   accgtggagg  gtcattggaa  actgggggac  ttgagtgcag  aagaggaaag  cggaattcca
661   cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cggctttctg
721   gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag  ataccctggt
781   agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagggggt  ttccgcccct  tagtgctgca
841   gctaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggccgca  aggctgaaac  tcaaaggaat
901   tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc
961   ttaccaggtc  ttgacatcct  ctgatactcc  tagagatagg  acgttcccct  tcgggggaca
1021  gagtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081  gcaacgagcg  caacccttga  tcttagttgc  cagcattcag  ttgggcactc  taaggtgact
1141  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct
1201  gggctacaca  cgtgctacaa  tggatggtac  aaagggtcgc  aaagccgcaa  ggtctagcca
1261  atcccataaa  accattctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca  tgaagccgga
1321  atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc  ttgtacacac
1381  cgcccgtcac  accacgagag  tttgtaacac  ccgaagtcgg  tggggtaacc
```

220. *Bacillus wakoensis*（和光芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-220。*Bacillus wakoensis* Nogi et al.，2005，sp. nov.（和光芽胞杆菌）。**★模式菌株：**N-1 = DSM 2521 = JCM 9140。**★16S rRNA 基因序列号：**AB043851。**★种名释意：***wakoensis* 意为日本和光，故其中文名称为和光芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *wakoensis*，of Wako，a city in Japan）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 N-1T 分离自日本和光土壤中。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.8）μm ×（1.5～2.0）μm］、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、端生、胞囊膨大。菌落呈黄色、圆形。**★生理特性：**生长温度是 10～40℃，最适生长温度是 37℃；生长 pH 是 8～10，最适 pH 是 9～10；能在 10% NaCl 浓度下生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解淀粉和纤维素，不能水解吐温 20、吐温 40、吐温 60、酪蛋白和明胶。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。不产吲哚和 H_2S。利用下列化合物产酸不产气：熊果苷、纤维二糖、D-果糖、葡萄糖、D-麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-阿洛酮糖、水杨苷、D-山梨醇、蔗糖、D-海藻糖、松二糖和 D-木糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-6 和 MK-7。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.1 mol%。16S rRNA 结果表明，菌株 N-1T 与 *B. krulwichiae* JCM 11691T 的同源性为 97.4%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 N-1T 与 *B. krulwichiae* JCM 11691T 的关联度低于 30%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gagtttgatc  ctggctcagg  acgaacgctg  gcggcgtgcc  taatacatgc  aagtcgagcg
61      gactgattaa  gagcttgctc  ttatgacgtt  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtgggca
121     acctgccctg  tagatcggga  taacatcgag  aaatcggtgc  taataccggg  taatatctga
181     gatcacatga  tcttcggtta  aaagatggct  ccggctatca  ctacaggatg  ggcccgcggc
241     gcattagcta  gttggtaagg  taatggctta  ccaaggcgac  gatgcgtagc  cgacctgaga
301     gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag
361     ggaatcttcc  gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagtg  atgaagggtt
421     tcggctcgta  aagctctgtt  gttagggaag  aacaagtatc  gttcgaatag  ggcggtacct
481     tgacggtacc  taaccagaaa  gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta
541     ggtggcaagc  gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  cttttaagtc
601     tgatgtgaaa  gcccccggct  caaccgggga  gggtcattgg  aaactgggag  acttgagtac
661     agaagaggag  agtggaattc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagatatgt  ggaggaacac
721     cagtggcgaa  ggcgactctc  tggtctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc
781     aaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctag  gtgttagggg
841     tttcgatgcc  cttagtgccg  aagttaacac  attaagcact  ccgcctgggg  agtacgaccg
901     caaggttgaa  actcaaagga  attgacgggg  gcccgcacaa  gcagtggagc  atgtggttta
961     attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  cttatgacct  ccctagagat
1021    agggatttcc  cttcggggac  ataagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc
1081    gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcattt
1141    agttgggcac  tctaaggtga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa
1201    atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac  aatggatggt  acaaagagca
1261    gcaaaaccgc  gaggtcgagc  caatctcata  aagccattct  cagttcggat  tgtaggctgc
1321    aactcgccta  catgaagccg  gaattgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata
1381    cgttcccggg  ccttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agtttgtaac  acccgaagtc
1441    ggtggggtaa  ccccttttgg  agccagccgc  ctaaggtggg  acagatgatt  ggggtgaagt
1501    cgtaacaagg  taacccctga  attc
```

221. *Bacillus weihenstephanensis*（韦氏芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-221。*Bacillus weihenstephanensis* Lechner et al.，1998，sp. nov.（韦

氏芽胞杆菌）。★**模式菌株：**WSBC 10204 = CIP 105772 = DSM 11821 = LMG 18989 = NBRC 101238 = NRRL B-23307。★**16S rRNA 基因序列号：**AB021199。★**种名释意：***weihenstephanensis* 意为模式菌株分离自德国魏恩施蒂芬，但按照约定俗成的原则，其中文名称为韦氏芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *weihenstephanensis*，pertaining to Freising-Weihenstephan in Southern Germany，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 WSBC 10204^T 分离自德国魏恩施蒂芬的巴斯德消毒牛奶。★**形态特征：**菌体细胞杆状，末端方，成短或长链，（1.0～1.2）μm ×（3.0～5.0）μm。形成芽胞，圆形或柱形，中生或近中生，1.0～1.5 μm，胞囊无明显膨大。革兰氏阳性，无荚膜，运动。菌落大，表面粗糙，扁平，不规则。★**生理特性：**最低生长温度为 10～20℃，少数嗜冷菌株可以在 6℃条件下生长，最高生长温度为 40～45℃，最适生长温度为 37℃。可耐受 0.001%溶菌酶。★**生化特性：**卵黄反应和 V-P 反应为阳性。过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。可水解淀粉、明胶和酪蛋白，硝酸盐可还原成亚硝酸盐。能利用柠檬酸作为唯一碳源。可利用酪氨酸，但不能利用苯丙氨酸。由葡萄糖和有限的碳水化合物产酸但不产气。大多数菌株可由水杨苷和淀粉产酸。分泌到胞外的物质包括：溶血素、肠毒素、热稳定呕吐毒素、细胞毒素、蛋白水解酶、磷脂酶，耐冷菌株可能产其他毒素。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 31.7 mol%～40.1 mol%（T_m）和 34.7 mol%～38.0 mol%（Bd）。16S rRNA 基因序列如下。

1	tgatcctggc	tcaggatgaa	cgctggcggc	gtgcctaata	catgcaagtc	gagcgaatgg
61	attaagagct	tgctcttatg	aagttagcgg	cggacgggtg	agtaacacgt	gggtaaccta
121	cccataagac	tgggataact	ccgggaaacc	ggggctaata	ccggataata	ttttgaactg
181	catagttcga	aattgaaagg	cggcttcggc	tgtcacttat	ggatggaccc	gcgtcgcatt
241	agctagttgg	tgaggtaacg	gctcaccaag	gcgacgatgc	gtagccgacc	tgagagggtg
301	atcggccaca	ctgggactga	gacacggccc	agactcctac	gggaggcagc	agtagggaat
361	cttccgcaat	ggacgaaagt	ctgacggagc	aacgccgcgt	gagtgatgaa	ggctttcggg
421	tcgtaaaact	ctgttgttag	ggaagaacaa	gtgctagttg	aataagctgg	caccttgacg
481	gtacctaacc	agaaagccac	ggctaactac	gtgccagcag	ccgcggtaat	acgtaggtgg
541	caagcgttat	ccggaattat	tgggcgtaaa	gcgcgcgcag	gtggtttctt	aagtctgatg
601	tgaaagccca	cggctcaacc	gtggagggtc	attggaaact	gggagacttg	agtgcagaag
661	aggaaagtgg	aattccatgt	gtagcggtga	aatgcgtaga	gatatggagg	aacaccagtg
721	gcgaaggcga	ctttctggtc	tgtaactgac	actgaggcgc	gaaagcgtgg	ggagcaaaca
781	ggattagata	ccctggtagt	ccacgccgta	aacgatgagt	gctaagtgtt	agagggtttc
841	cgccctttag	tgctgaagtt	aacgcattaa	gcactccgcc	tggggagtac	ggccgcaagg
901	ctgaaactca	aaggaattga	cgggggcccg	cacaagcggt	ggagcatgtg	gtttaattcg
961	aagcaacgcg	aagaacctta	ccaggtcttg	acatcctctg	aaaactctag	agatagagct
1021	tctccttcgg	gagcagagtg	acaggtggtg	catggttgtc	gtcagctcgt	gtcgtgagat
1081	gttgggttaa	gtcccgcaac	gagcgcaacc	cttgatctta	gttgccatca	ttaagttggg
1141	cactctaagg	tgactgccgg	tgacaaaccg	gaggaaggtg	gggatgacgt	caaatcatca
1201	tgccccttat	gacctgggct	acacacgtgc	tacaatggac	ggtacaaaga	gctgcaagac
1261	cgcgaggtgg	agctaatctc	ataaaaccgt	tctcagttcg	gattgtaggc	tgcaactcgc
1321	ctacatgaag	ctggaatcgc	tagtaatcgc	ggatcagcat	gccgcggtga	atacgttccc
1381	gggccttgta	cacaccgccc	gtcacaccac	gagagtttgt	aacacccgaa	gtcggtgggg

1441　taacctttat　ggagccagcc　gcctaaggtg　ggacagatga　ttggggtgaa　gtcgtaacaa
1501　ggtagccgta　tcggaaggtg　cggctggatc　a

222. *Bacillus wuyishanensis*（武夷山芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-222。*Bacillus wuyishanensis* Liu et al.，2014，sp. nov.（武夷山芽胞杆菌）。**★模式菌株：**FJAT-17212 = DSM 27848 = CGMCC 1.1 2709。**★16S rRNA 基因序列号：**KF040589。**★种名释意：***wuyishanensis* 意为模式菌株分离自我国福建武夷山，故其中文名称为武夷山芽胞杆菌（wu.yi.shan.en'sis. N.L. masc. adj. *wuyishanensis*，belonging to Wuyishan，a mountain located in Wuyishan town in Fujian Province，China，where a rhizosphere soil sample of a medical plant，*Prunella vulgaris*，was collected for isolation of the organism）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 FJAT-17212^T 是从我国武夷山夏枯草根系土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.6）μm×（1.3～5.0）μm］、革兰氏阳性、好氧、可运动、中度嗜盐、兼嗜碱性、单生或成对生长，形成芽胞、椭圆形、次端生、胞囊膨大。NA 培养基上形成的菌落直径为 2～9 mm、奶油黄色、扁平、不透明、光滑、圆形。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 10～50℃、5～11 和 0～6%（w/v）；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30℃、7 和 2%。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐不能被还原。不产 H_2S 和吲哚。不能水解明胶。不能利用柠檬酸盐。V-P 反应为阴性。精氨酸双水解酶、β-半乳糖苷酶、脲酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶为阴性。利用下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、半乳糖、葡萄糖、松三糖、苦杏仁苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、乳糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖和 N-乙酰基-D-葡萄糖胺。不能利用下列化合物产酸：熊果苷、果糖、麦芽糖、蜜二糖、β-甲基-D-木糖苷、鼠李糖、甲基 α-D-葡糖苷、甲基 α-D-甘露糖苷、菊糖、淀粉、龙胆、甘油、赤醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、核糖醇、山梨糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、糖原、木糖醇、D-来苏糖、D-己酮糖、D-松二糖、L-岩藻糖、D-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸、2-酮基-D-葡萄糖酸、5-酮基-D-葡萄糖酸，利用甘露糖产酸活性弱。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{14:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。细胞特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.8 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 FJAT-17212^T 与 *B. galactosidilyticus* DSM 15595^T 的同源性为 97.3%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 FJAT-17212^T 与 *B. galactosidilyticus* DSM 15595^T 的同源性为 35.2%±2.3%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gtcgagcgaa　tggatgggag　cttgctccct　gaagttagcg　gcggacgggt　gagtaacacg
61　tgggcaacct　gcctgtaaga　ctgggataac　ttcgggaaac　cggagctaat　accggataac
121　ttctttcctc　gcatgaggaa　aggttaaaag　acggttatgc　tgtcacttac　agatgggccc
181　gcggcgcatt　agctagttgg　tgaggtaacg　gctcaccaag　gcgacgatgc　gtagccgacc
241　tgagagggtg　atcggccaca　ctgggactga　gacacggccc　agactcctac　gggaggcagc
301　agtagggaat　cttccgcaat　ggacgaaagt　ctgacggagc　aacgccgcgt　gagtgaagaa
361　ggtcttcgga　tcgtaaaact　ctgttatcag　ggaagaataa　gtaccgtgta　actaacggta

421　ccttgacggt　acctgaccag　aaagccacgg　ctaactacgt　gccagcagcc　gcggtaatac
481　gtaggtggca　agcgttgtcc　ggaattattg　ggcgtaaagc　gcgcgcaggc　ggtttcttaa
541　gtctgatgtg　aaatctcgcg　gctcaaccgt　gagcggtcat　tggaaactgg　gaaacttgag
601　tgcagaagag　aagagcggaa　ttccacgtgt　agcggtgaaa　tgcgtagaga　tgtggaggaa
661　caccagtggc　gaaggcggct　ctttggtctg　taactgacgc　tgaggcgcga　aagcgtgggg
721　agcgaacagg　attagatacc　ctggtagtcc　acgccgtaaa　cgatgagtgc　taagtgttag
781　agggtttccg　ccctttagtg　ctgcagcaaa　cgcattaagc　actccgcctg　gggagtacgg
841　ccgcaaggct　gaaactcaaa　ggaattgacg　ggggcccgca　caagcggtgg　agcatgtggt
901　ttaattcgaa　gcaacgcgaa　gaaccttacc　aggtcttgac　atccttatgc　cctccctasa
961　gatagggatt　tcccttcggg　gacataagtg　acaggtggtg　catggttgtc　gtcagctcgt
1021　gtcgtgagat　gttgggttaa　gtcccgcaac　gagcgcaacc　cttgacctta　gttgccagca
1081　ttcagttggg　cactctaagg　tgactgccgg　tgacaaaccg　gaggaaggtg　gggatgacgt
1141　caaatcatca　tgccccttat　gacctgggct　acacacgtgc　tacaatggat　ggtacaaagg
1201　gcagcaaaac　cgcgaggtcg　agccaatccc　ataaaaccat　tctcagttcg　gattgcaggc
1261　tgcaactcgc　ctgcatgaag　ccggaatcgc　tagtaatcgc　ggatcagcat　gccgcggtga
1321　atacgttccc　gggccttgta　cacaccgccc　gtcacaccac　gagagtttgt　aacacccgaa
1381　gtcggtgggg　taacctttg　gagccagccg　ccgaaggtgg　gacagatgat　tggggtgaag

223. *Bacillus xiamenensis*（厦门芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-223。*Bacillus xiamenensis* Lai et al.，2014，sp. nov.（厦门芽胞杆菌），**★模式菌株：**HYC-10 = CGMCC NO.1.12326 = LMG 27143 = MCCC 1A00008。**★16S rRNA 基因序列号：**AMSH01000000。**★种名释意：***xiamenensis* 意为模式菌株分离自我国福建厦门，故其中文名称为厦门芽胞杆菌（xia.men.en′sis. N.L. fem. adj. *xiamenensis* of Xiamen，a city in Fujian，P. R. China，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 HYC-10^T 是从我国厦门本岛鲻鱼的肠道中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［0.6μm ×（1.4～1.5）μm］、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动、LB 培养基上 30℃培养 48 h 后形成的菌落直径为 2～3 mm、圆形、白色无光泽、不发光、无色素。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 8～45℃、6～11 和 0～12%；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30～37℃、6～8 和 1%～3%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。明胶酶、β-半乳糖苷酶和 β-葡糖苷酶为阳性。不能还原硝酸盐，不产吲哚，不能发酵葡萄糖。脲酶、淀粉酶（水解淀粉）和精氨酸双水解酶为阴性。API ZYM 测试结果表明，下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、酸性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸氨肽酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-糜蛋白酶和 β-葡萄糖苷。下列酶活性为弱阳性：酯酶（C14）、缬氨酸氨肽酶、α-葡糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 β-半乳糖苷酶。下列酶活性为阴性：胱氨酸氨肽酶、N-乙酰基-β-氨基葡萄糖苷酶、胰蛋白酶、α-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷酶和 β-葡糖苷酸酶。API 20NE 测试结果表明，菌株能利用下列化合物：葡萄糖、D-甘露醇、D-甘露糖、苹果酸、N-乙酰基葡萄糖胺、葡萄糖酸钾和柠檬酸三钠。不能利用下列化合物：己二酸、癸酸、D-麦芽糖、L-阿拉伯糖或苯乙酸。Biolog GN2 表明，能利用下列碳源：乙酸、核糖醇、D-乳酸、L-乳酸、D-丙氨酸、D-阿糖醇、D-纤维二糖、D-半乳糖酸内酯、D-半乳糖、D-葡萄糖酸、D-甘露醇、D-棉籽糖、D-山梨

醇、甲酸、异麦芽酮糖、葡萄糖-6-磷酸、糖原、肌苷、衣康酸、乳果糖、L-阿拉伯糖、L-天冬氨酸、L-岩藻糖、L-鼠李糖、L-丝氨酸、甲基丙酮酸盐、N-乙酰基-D-葡萄糖胺、苯乙胺、胸苷、尿苷、尿刊酸、α-羟基丁酸、γ-氨基丁酸与 γ-羟基丁酸。利用下列碳源能力弱：2-氨基乙醇、D-肉毒碱、L-肉毒碱、D-葡萄糖酸、D-海藻糖、L-丙氨酰-甘氨酸、L-亮氨酸、L-鸟氨酸、L-苯丙氨酸、L-脯氨酸、L-焦磷酸、麦芽糖、吐温 40。**★化学特性**：细胞的主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$、$C_{16:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。呼吸醌为 MK-7（100%）。极性脂质包括磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、氨基酸糖脂、双糖脂和两种未知磷脂。**★分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 41.3 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果显示，菌株 HYC-10^T 与 *B. aerophilus* 28K^T、*B. stratosphericus* 41KF2a^T 和 *B. altitudinis* DSM 21631^T 的同源性为 99.3%，与 *B. safensis* DSM 19292^T 和 *B. pumilus* DSM 27^T 的同源性分别为 99.5 %和 99.5%，与 *Bacillus* 其他菌株的同源性低于 97.6%。菌株 HYC-10^T 与 *B. altitudinis* DSM 21631^T、*B. safensis* DSM 19292^T 和 *B. pumilus* DSM 27^T 的基因 ANIm 值是 89.11%～91.53%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 HYC-10^T 与 *B. altitudinis* DSM 21631^T、*B. safensis* DSM 19292^T 和 *B. pumilus* DSM 27^T 的关联度为 36.60%～44.00%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tcctggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag  cgaacagaag
61    ggagcttgct  cctggaagtt  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtgggta  acctgcctgt
121   aagactggga  taactccggg  aaaccggagc  taataccgga  tagttccttg  aaccgcatgg
181   ttcaaggatg  aaagacggtt  tcggctgtca  cttacagatg  gacccgcggc  gcattagcta
241   gttggtgagg  taatggctca  ccaaggcgac  gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgatcgg
301   ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag  ggaatcttcc
361   gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagtg  aagaaggttt  tcggatcgta
421   aagctctgtt  gttagggaag  aacaagtacg  agagtcactg  ctcgtaccat  gacggtacct
481   aaccagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  gtggcaagcg
541   ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagggctc  gcaggcggtt  tcttaagtct  gatgtgaaag
601   cccccggctc  aaccggggaa  ggtcattgga  aactggggaa  cttgagtgca  gaagaggaga
661   gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag
721   gcgactctct  ggtctgtaac  tgacgctgag  gagcgaaagc  gtggggagcg  aacaggatta
781   gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctaag  tattaggggg  tttccgcccc
841   ttagtgctgc  agctaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggtcgc  aagactgaaa
901   ctcaaaggaa  ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca  tgtggtttaa  ttcgaagcaa
961   cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  tctgacaacc  ctagagatag  ggctttccct
1021  tcggggacag  agagacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg
1081  ttaagtcccg  caacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc  agcattcagt  tgggcactct
1141  aaggtgactg  ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccc
1201  ttatgacctg  ggctacacac  gtgctacaat  ggacagaaca  aagggctgcg  agaccgcaag
1261  gttgagcgaa  tcccacaaat  ctgttctcag  ttcggatcgc  agtctgcaac  tcgactgcgt
1321  gaagctggaa  tcgctagtaa  tcgcggatca  gcatgccgcg  gtgaatacgt  tcccgggcct
1381  tgtacacacc  gcccgtcaca  ccacgagagt  ttgcaacacc  cgaagtcggt  gaggtaacct
1441  ttatggagcc  agccgccgaa  ggtggggcag  atgattgggg  tgaagtcgta  acaagg
```

224. *Bacillus xiaoxiensis*（小溪芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-224。*Bacillus xiaoxiensis* Chen et al.，2011，sp. nov.（小溪芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JSM 081004 = CCTCC AA 208057 =DSM 21943。**★16S rRNA 基因序列号：**HM054474。**★种名释意：***xiaoxiensis* 意为模式菌株分离自我国小溪国家级自然保护区，故其中文名称为小溪芽胞杆菌（xi.a.o.xi.en′sis. N.L. masc. adj. *xiaoxiensis* pertaining to Xiaoxi National Natural Reserve，China，the source of the sample from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JSM 081004^T 是从我国小溪国家级自然保护区的非盐渍林上中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～1.2）μm ×（3.0～5.0）μm］、革兰氏阳性、微嗜盐、可运动、兼性厌氧、单生或成对或短链状生长，形成芽胞、椭球形、中生或次端生、胞囊膨大，以周生鞭毛运动。MA 培养基上形成的菌落直径为 2～3 mm、呈黄色、扁平、不透明、光滑、表面发光、边缘圆形或不规则。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 5～40℃、6.0～10.5 和 0.5%～20%（w/v）；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 25～30℃、8.0 和 2%～4%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐被还原成亚硝酸盐。甲基红、卵黄反应和 V-P 反应为阴性。不产 H_2S 和吲哚。能水解七叶苷、酪蛋白、明胶、淀粉和吐温 20，不能水解纤维素、DNA、ONPG 和吐温 40、吐温 60 和吐温 80。利用下列化合物产酸：苦杏仁苷、D-葡萄糖、甘油、糖原、麦芽糖、D-甘露醇、蜜二糖、棉籽糖、淀粉和蔗糖。不能利用下列化合物产酸：N-乙酰葡萄糖胺、核糖醇、L-阿拉伯糖、纤维二糖、半乳糖醇、D-果糖、D-半乳糖、肌醇、乳糖、D-甘露糖、松三糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-水杨苷、D-山梨醇、海藻糖或 D-木糖。利用下列化合物为唯一碳源、氮源和能源：D-葡萄糖、糖原、D-甘露糖、D-木糖、苦杏仁苷、甘油、D-水杨苷、乙酸盐和 L-天冬酰胺。不能利用下列化合物：L-阿拉伯糖、纤维二糖、糊精、D-果糖、D-半乳糖、乳糖、麦芽糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、蔗糖、海藻糖、核糖醇、D-阿糖醇、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、丁酸盐、柠檬酸盐、葡萄糖酸盐、丙酸盐、琥珀酸盐、N-乙酰葡萄糖胺、L-丙氨酸、L-精氨酸、L-谷氨酸、甘氨酸、L-组氨酸、羟基-L-脯氨酸、L-异亮氨酸、L-亮氨酸、L-甲硫氨酸、L-苯丙氨酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸和 L-缬氨酸。下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、α-胰凝乳蛋白酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶和萘酚 AS-BI-磷酸水解酶。下列酶活性为阴性：酸性磷酸酶、精氨酸双水解酶、胱氨酸芳基酰胺酶、α-半乳糖苷酶和 β-半乳糖苷酶、α-葡糖苷酶和 β-葡糖苷酶、N-乙酰基-β-氨基葡萄糖苷酶、β-葡糖苷酸酶、酯酶（C14）、赖氨酸脱羧酶、α-甘露糖苷酶、鸟氨酸脱羧酶、苯丙氨酸脱氨酶、胰蛋白酶、脲酶和缬氨酸芳基酰胺酶。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。细胞的主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂质包括二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和磷脂酰甘油。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.1 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 JSM 081004^T 与 *B. lehensis*、*B. oshimensis* 和 *B. patagoniensis* 的同源性分别为 97.8%、97.8%和 97.3%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 JSM 081004^T 与 *B. lehensis* DSM 19099^T、*B. oshimensis* DSM 18940^T 和 *B. patagoniensis* DSM 16117^T 的关联度分别为 18.6%、17.9%和 16.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       tgcctaatac  atgcaagtcg  agcggacaga  agggagcttg  ctcctggaag  tcagcggcgg
61      acgggtgagt  aacacgtggg  caacctgccc  tttagattgg  gataacttcg  ggaaaccgaa
121     gctaataccg  aataatacaa  agaatctcct  ggttctctgt  tgaaagatgg  cctttgtgct
181     gtcactaaag  gatgggcccg  cggcgcatta  gctagttggt  aaggtaacgg  cttaccaagg
241     cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca
301     gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca
361     atgccgcgtg  agtgaggaag  gccttcgggt  cgtaaagctc  tgttgtgagg  gaagaacaag
421     taccggcgta  actaccggta  ccgtgacggt  acctcaccag  aaagccacgg  ctaactacgt
481     gccagcagcc  gcggtaatac  gtaggtggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc
541     gcgcgcaggc  ggcttcttaa  gtctgatgtg  aaatctcggg  gctcaacccc  gagcggccat
601     tggaaactgg  gaagcttgag  tacagaagag  gagagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa
661     tgcgtagata  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact  ctctggtctg  taactgacgc
721     tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa
781     cgatgagtgc  taggtgttag  gggtttcgat  gcccgtagtg  ccgaagtaaa  cacattaagc
841     actccgcctg  gggagtacgg  ccgcaaggct  gaaactcaaa  ggaattgacg  gggacccgca
901     caagcagtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac
961     atcctttgac  cactctggag  acagagcttc  cccttcgggg  gcaaagtgac  aggtggtgca
1021    tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct
1081    tgatcttagt  tgccagcatt  tagttgggca  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga
1141    ggaaggtggg  gacgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta
1201    caatggatgg  tacaaagggt  tgcgaagccg  tgaggtggag  ccaatcccat  aaagccattc
1261    tcagttcgga  ttgtaggctg  caactcgcct  acatgaagcc  ggaattgcta  gtaatcgcgg
1321    atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg  gtcttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga
1381    gagtttgtaa  cacccgaagt  cggtgaggta  accttttgga  gccagccgcc  taaggtggga
1441    cagatgattg  gggtgaagtc  gaacaag
```

225. *Bacillus zhanjiangensis*（湛江芽胞杆菌）

【种类编号】1-1-225。*Bacillus zhanjiangensis* Chen et al.，2011，sp. nov.（湛江芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JSM 099021 = DSM 23010 = KCTC 13713。**★16S rRNA 基因序列号：**HM460884。**★种名释意：***zhanjiangensis* 意为模式菌株分离自我国湛江，故其中文名称为湛江芽胞杆菌（zhan.ji.ang.en′sis. N.L. masc. adj. *zhanjiangensis* pertaining to Zhanjiang，a Chinese city near which the sample was collected）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JSM 099021^{T} 是从我国南海硇洲岛牡蛎中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～1.0）μm ×（3.0～6.0）μm］、革兰氏阳性、可运动、好氧，形成芽胞、椭球形、次端生、胞囊膨大、以周生鞭毛运动。MA 培养基上形成的菌落直径为 2～3 mm、奶油白色、扁平、半透明、光滑、表面晶莹和圆/略显边缘不规则、无色素。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 10～45℃、6.0～10.0 和 0～15%（w/v）；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30～35℃、7.5 和 2%～4%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不能还原为硝酸盐。不能发酵葡萄糖。甲基红和 V-P 反应为阴性。不产 H_2S 和吲哚。能水解七叶苷、酪蛋白、明胶、马尿酸盐、淀粉、吐温 40、吐温 60 和吐温 80，不能水解纤维素、DNA、吐温 20 和尿素。能利用下列化合物产

酸：纤维二糖、D-果糖、D-葡萄糖、糖原、乳糖、麦芽糖、蜜二糖、海藻糖、D-木糖、甘油、和N-乙酰葡萄糖胺。不能利用下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、D-半乳糖、D-甘露糖、松三糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、蔗糖、苦杏仁苷、D-水杨苷、核糖醇、半乳糖醇、肌醇、D-甘露醇或D-山梨醇。能利用下列化合物为唯一碳源、氮源和能源：纤维二糖、糊精、D-果糖、D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露糖、蔗糖、淀粉、海藻糖、甘油、糖原、柠檬酸盐、葡萄糖、N-乙酰氨基葡萄糖和L-天冬酰胺。不能利用下列化合物为唯一碳源、氮源和能源：L-阿拉伯糖、D-半乳糖、乳糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖，D-木糖、D-水杨苷、核糖醇、D-阿糖醇、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、乙酸、丁酸、苹果酸盐、丙酸盐、琥珀酸盐、L-丙氨酸、L-精氨酸、L-谷氨酸、甘氨酸、L-组氨酸、羟基-L-脯氨酸、L-异亮氨酸、L-亮氨酸、L-甲硫氨酸、L-苯丙氨酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸和L-缬氨酸。下列酶活性为阳性：N-乙酰-β-葡萄糖苷酶、碱性磷酸酶、α-胰凝乳蛋白酶、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、酯酶（C14）、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶和胰蛋白酶。下列酶活性为阴性：酸性磷酸酶、精氨酸双水解酶、胱氨酸芳基酰胺酶、酯酶（C4）、α-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷和β-半乳糖苷、α-糖苷酶和β-糖苷酶、β-葡糖苷酸酶、赖氨酸脱羧酶、α-甘露糖苷酶、鸟氨酸脱羧酶、苯丙氨酸脱氨酶和缬氨酸芳基酰胺酶。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含*meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为MK-7。主要极性脂质包括二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和磷脂酰甘油。细胞主要脂肪酸为anteiso-C15:0、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{15:0}$和iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA的G+C含量为39.5 mol%。16S rRNA基因序列比对结果表明，菌株JSM 099021^{T}与*B. halmapalus*、*B. horikoshii*和*B. cohnii*的同源性分别为99.0%、98.4%和98.0%。DNA-DNA杂交结果表明，菌株JSM 099021^{T}与*B. halmapalus* DSM 8723^T、*B. horikoshii* DSM 8719^{T}和*B. cohnii* DSM 6307^{T}的关联度分别为22.4%、15.6%和15.1%。16S rRNA基因序列如下。

```
1     tcaggacgaa  cgctggcggc  gtgcctaata  catgcaagtc  gagcggactt  atacaagctt
61    gcttttgtaa  gtcagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctgcc  cataagcctg
121   ggataacttc  gggaaaccgg  agctaatacc  ggataatata  aggaacctcc  tggttcttta
181   ttgaaagatg  gtttcggcta  tcgcttatgg  atgggcccgc  ggcgcattag  ctagttggtg
241   aggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact
301   gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccacaatgg
361   acgaaagtct  gatggagcaa  cgccgcgtga  gcgatgaagg  ccttcgggtc  gtaaagctct
421   gttgttaggg  aagaacaagt  gcgagagtaa  ctgctcgcac  cttgacggta  cctaaccaga
481   aagccacggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  taggtggcaa  gcgttgtccg
541   gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtttcttaag  tctgatgtga  aagcccacgg
601   ctcaaccgtg  gagggtcatt  ggaaactggg  gaacttgagt  gcagaagagg  agagtggaat
661   tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac  accagtggcg  aaggcgactc
721   tctggtctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcaaacagga  ttagataccc
781   tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aagtgttaga  gggtttccgc  cctttagtgc
841   tgcagctaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggt  cgcaagactg  aaactcaaag
901   gaattgacgg  gggcccgcac  aagcggtgga  gcatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag
961   aaccttacca  ggtcttgaca  tcctctgcca  cccctagaga  tagggcgttc  cccttcgggg
1021  gacagagtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag
```

```
1081    tcccgcaacg   agcgcaaccc   ttgatcttag   ttgccagcat   tcagttgggc   actctaaggt
1141    gactgccggt   gacaaaccgg   aggaaggtgg   ggatgacgtc   aaatcatcat   gccccttatg
1201    acctgggcta   cacacgtgct   acaatggacg   gtacaaaggg   cagcaaaacc   gcgaggtcga
1261    gccaatccca   taaaaccgtt   ctcagttcgg   attgcaggct   gcaactcgcc   tgcatgaagc
1321    cggaatcgct   agtaatcgcg   gatcagcatg   ccgcggtgaa   tacgttcccg   ggccttgtac
1381    acaccgcccg   tcacaccacg   agagtttgta   acacccgaag   tcggtggggt   aaccttttgg
1441    agccagccgc   ctaaggtggg   acagatgatt   ggggtgaagt   cgtaacaagg   tagccgtatc
1501    ggaagg
```

二、好氧芽胞杆菌属（*Aeribacillus*）

【属特征描述】模式菌株好氧、嗜热、耐碱、可运动、革兰氏阳性、细胞杆状［（0.8～0.9）μm ×（2.0～5.0）μm］、可成对或链状存在。芽胞椭圆形或圆柱形，中生至端生，胞囊略膨胀。过氧化氢酶和氧化酶阳性。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、两个未知糖脂、一个未知糖磷脂和两个未知极性脂，还存在另外两个未知糖脂和一个未知磷脂。主要脂肪酸为 $C_{16:0}$，含量低于 10%的脂肪酸有：$C_{14:0}$、$C_{15:0}$、$C_{18:0}$、anteiso-$C_{14:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$和 iso-$C_{17:0}$。DNA 的 G+C 含量为 39 mol%～41 mol%。模式种为 *Aeribacillus pallidus*。**★属名释意：** *Aeribacillus* 中 *aer* 为空气（好氧）之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为好氧芽胞杆菌属（L. n. *aer aeris*，air; L. masc. n. *bacillus*，a small rod; N.L. masc. n. *Aeribacillus*，aerobic small rod）。

226. *Aeribacillus pallidus*（苍白好氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-2-226。*Aeribacillus pallidus*（Scholz et al.，1988）Miñana-Galbis et al.，2010，comb. nov.（苍白好氧芽胞杆菌）=*Bacillus pallidus* Scholz et al.，1988，sp. nov.。**★模式菌株：**H12 = ATCC 51176 = DSM 3670 = LMG 19006。**★16S rRNA 基因序列号：** Z26930。**★种名释意：***pallidus* 意为苍白之意，故其中文名称为苍白好氧芽胞杆菌（L. masc. adj. *pallidus*，pale，pallid，referring to the pale colony colour）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $H12^T$ 分离自墨西哥韦拉克鲁斯州的温泉。**★形态特征：**细胞杆状［（0.8～0.9）μm ×（2.0～5.0）μm］、严格好氧、能动、单生、成三或链状生长，形成芽胞、椭圆形至圆柱形、中生至端生、胞囊轻微膨大。菌落扁平至凸起、圆形或浅裂、光滑、不透明。**★生理特性：**生长的温度是 30～70℃、最适生长温度和 pH 分别是 60～65℃和 8.0～8.5。厌氧条件下菌株不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性反应；不产吲哚和 3-羟基丁酮；能弱水解淀粉；能水解三丁酸甘油酯；水解七叶苷反应可变；不能水解酪蛋白和明胶；不能降解尿素；不能利用柠檬酸盐；不能还原硝酸盐；利用碳水化合物不产气。利用下列化合物产酸：葡萄糖、果糖和蔗糖；利用麦芽糖和海藻糖产酸可变。利用下列化合物不产酸：鼠李糖、乳糖、纤维二糖、半乳糖、阿拉伯糖、甘露糖、核糖或木糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、两个未知糖脂、一个未知糖磷脂和两个未知极性脂，还存在另外两个未知糖脂和一个未知磷脂。**★分子特性：**DNA 的

G+C 含量为 39 mol%～41 mol%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 H12[T] 与 *B. firmus* DSM 12、*B. licheniformis* DSM 13、*B. megaterium* DSM 1317、*B. pumilus* DSM 27、*B. pumilus* DSM 361、*B. subtilis* DSM 10 和 *B. thermoglucosidasius* DSM 2542 的关联度分别是 41.4%、46.4%、40.9%、41.9%、42.9%、42.9%和 45%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctcaggacga  acgctggcgg  cgtgcctaat  acatgcaagt  cgagcggacc  gaagggagct
61    tgctccttta  ggttaacggc  ggacgggtga  gtaacacgtg  ggcaacctgc  cctgcagact
121   gggataactt  cgggaaaccg  gagctaatac  cggataacac  cgaaaaccgc  atggttttcg
181   gttgaaaggc  ggcttttagc  tgtcactgca  ggatgggccc  gcggcgcatt  agctagttgg
241   tgaggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  accggccaca
301   ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat
361   ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagcgaagaa  ggtcttcgga  tcgtaaagct
421   ctgttgtcag  ggaagaacaa  gtgccgttcg  aacagggcgg  taccttgacg  gtacctgacg
481   aggaagccac  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggtgg  caagcgttgt
541   ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggctcctt  aagtctgatg  tgaaatctcg
601   cggctcaacc  gcgagcggcc  attggaaact  ggggaacttg  agtgcaggag  aggggagcgg
661   aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaggcgg
721   ctctctggcc  tgtaactgac  gctgaggcgc  gaaagcgtgg  ggagcgaaca  ggattagata
781   ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgagt  gctaagtgtt  agagggtatc  cacccttttag
841   tgctgcagca  aacgcattaa  gcactccgcc  tggggagtac  ggccgcaagg  ctgaaactca
901   aaggaattga  cggggacccg  cacaagcggt  ggagcatgtg  gtttaattcg  aagcaacgcg
961   aagaacctta  ccaggtcttg  acatcccctg  acaaccctag  agatagggcg  ttccccttc
1021  ggggacaggg  tgacaggtgg  tgcatggttg  tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgggtt
1081  aagtcccgca  acgagcgcaa  cccttgacct  tagttgccag  cattcagttg  ggcactctaa
1141  ggtgactgcc  ggctaaaagt  cggaggaagg  tggggatgac  gtcaaatcat  catgcccctt
1201  atgacctggg  ctacacacgt  gctacaatgg  gtggtacaaa  gggcagcgaa  accgcgaggt
1261  ggagcgaatc  ccaaaaaacc  actctcagtt  cggattgcag  gctgcaactc  gcctgcatga
1321  agccggaatc  gctagtaatc  gcggatcagc  atgccgcggt  gaatacgttc  ccgggtcttg
1381  tacacaccgc  ccgtcacacc  acgagagttt  gtaacacccg  aagtcggtgg  ggtaaccctt
1441  acgggagcca  gccgccgaag  gtgggacaaa  tgattggggt  gaagtcgtaa  caaggtagcc
1501  gtatcggaag  gtgcgg
```

三、碱芽胞杆菌属（*Alkalibacillus*）

【属特征描述】细胞的革兰氏染色可变，形成芽胞，杆状。芽胞球形，端生，胞囊膨胀。细胞以周生鞭毛运动。严格好氧，中度嗜盐。过氧化氢酶阳性，脲酶阴性。细胞壁肽聚糖为 A1γ 型，特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。DNA 的 G+C 含量为 38 mol%～41 mol%（HPLC）。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。模式种为 *Alkalibacillus haloalkaliphilus*。**★属名释意：***Alkalibacillus* 中 *alkali* 为碱之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为碱芽胞杆菌属［N.L. n. *alkali*（from Arabic article *al*，the；Arabic n. *qaliy*，ashes of saltwort），alkali；L. masc. n. *bacillus*，rod；N.L. masc. n. *Alkalibacillus*，bacillus living under alkaline conditions］。

227. *Alkalibacillus almallahensis*（埃尔玛拉碱芽胞杆菌）

【种类编号】1-3-1。*Alkalibacillus almallahensis* Azahara et al.，2014，sp. nov.（埃尔玛拉碱芽胞杆菌），**★模式菌株：**S1LM8 = CECT 8373 = DSM 27545。**16S rRNA 基因序列号：**KC968225。**★种名释意：***almallahensis* 意为模式菌株分离自西班牙埃尔玛拉镇，故其中文名称为埃尔玛拉碱芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *almallahensi*s，of al-mallaha，a name of Arabic origin，which gave the name to the township of La Malahá，the place where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 S1LM8^{T}是从西班牙格拉纳达拉马拉阿内陆晒盐场中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状、嗜盐、革兰氏阳性、不运动、形成芽胞。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～50℃、7～10 和 7.5%～30%；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 35～38℃、8 和 15%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐和亚硝酸盐均不能被还原。赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、精氨酸脱氢酶、β-葡萄糖苷酶和色氨酸脱氨酶为阴性。不能水解酪蛋白、明胶、淀粉、尿素、DNA 和吐温 80。V-P 反应为阴性，不产 H_2S 和吲哚。能利用柠檬酸作为唯一碳源和能源物质，但不能利用 D-葡萄糖、乳糖、D-果糖、D-半乳糖、麦芽糖、L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-甘露糖、棉籽糖、L-鼠李糖、蜜二糖、蔗糖、山梨醇、肌醇、甘露醇、L-丙氨酸、L-天冬氨酸、L-赖氨酸、甘氨酸、琥珀酸、苹果酸或丙酮酸。能利用甘油产酸，但不能利用下列物质产酸：D-葡萄糖、乳糖、D-果糖、D-半乳糖、麦芽糖、L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-甘露糖、棉籽糖、L-鼠李糖、蜜二糖、蔗糖、山梨醇、肌醇和甘露醇。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁肽聚糖类型为 A1γ 型，*meso*-二氨基庚二酸为特征氨基酸；细胞的主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.2 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 S1LM8^T 与 *A. halophilus* YIM 012^T、*A. salilacus* BH163^T 和 *A. flavidus* ISL-17^T 的同源性分别为 99.8%、99.8%和 98.1%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 S1LM8^T 与 *Alkalibacillus* 菌株的关联度低于 34%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     atgcaagtcg  agcgcgggaa  gcgagcagaa  gcccttcggg  gtggacgctc  gtggaacgag
61    cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtgggcaac  ctacctgtga  gacggggata  actccgggaa
121   accggggcta  ataccggata  acgcatcgaa  ccgcatggtt  cgatgatcaa  agatggcttc
181   tagctatcac  tcacagatgg  gcccgcggcg  cattagttag  ttggtgaggt  aacggctcac
241   caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga  ctgagacacg
301   gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcatccg  caatggacgc  aagtctgacg
361   gtgcaacgcc  gcgtgagcga  tgaaggtctt  cggatcgtaa  agctctgttg  tgagggaaga
421   acaagtgccg  ttcgaatagg  gcggcacctt  gacggtacct  caccagaaag  ccccggctaa
481   ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  gggcaagcg   ttgtccggaa  ttattgggcg
541   taaagcgcgc  gcaggcggtt  ccttaagtct  gatgtgaaag  gccacagctc  aactgtggag
601   ggccattgga  aactggggaa  cttgaggaca  gaagaggaga  gcggaattcc  acgtgtagcg
661   gtgaaatgcg  tagatatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag  gcggctctct  ggtctgtaac
721   tgacgctgag  gcgcgaaagc  atgggtagcg  aacaggatta  gataccctgg  tagtccatgc
781   cgtaaacgtt  gagtgctagg  tgttaggggg  tccaaccctt  agtgctgcag  ttaacgcaat
```

```
841   aagcactccg  cctggggagt  acggccgcaa  ggctgaaact  caaaggaatt  gacgggggcc
901   tgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt  cgacgcaacg  cgaagaacct  taccaggtct
961   tgacatcttc  ggacagccca  agagattggg  tcttcccttc  ggggaccgaa  tgacaggtgg
1021  tgcatggttg  tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgggtt  aagtcccgta  acgagcgcaa
1081  cccctgatct  tagttgccag  cattcagttg  ggcactctag  gatgactgcc  ggtgacaaac
1141  cggaggaagg  cggggatgac  gtcaaatcat  catgcccctt  atgacctggg  ctacacacgt
1201  gctacaatgg  atggtacaaa  gggaagccaa  accgcgaggt  cgagctaatc  ccataaagcc
1261  attctcagtt  cggattgtag  gctgcaactc  gcctgcatga  agccggaatc  gctagtaatc
1321  gcggatcaga  atgccgcggt  gaatacgttc  ccaggccttg  tacacaccgc  ccgtcacacc
1381  acgagagttg  gcaacacccg  aagtcggtgg  ggtaaccttc  acggagccag  ccgccgaagg
1441  tggggccaat  gattggggtg  aagtcgtaac  aaggtagccg  tatcggaagg  tgcggctgga
1501  tcacctcctt  a
```

228. *Alkalibacillus filiformis*（线状碱芽胞杆菌）

【种类编号】1-3-2。*Alkalibacillus filiformis* Romano et al.，2005，sp. nov.（线状碱芽胞杆菌）。**★模式菌株：**4AG = DSM 15448 = ATCC BAA-956。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ493661。**★种名释意：***filiformis* 中 *filum* 为线之意，*formis* 为形状之意，故其中文名称为线状碱芽胞杆菌［L. n. *filum*，a thread；L. suff. *-formis*（from L. n. *forma*，figure，shape，appearance），-like，in the shape of；N.L. masc. adj. *filiformis*，thread-shaped］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $4AG^T$ 是从意大利坎帕尼亚的一个矿井中分离得到的。**★形态特征：**该菌株属于好氧、耐碱、耐盐的厚壁菌门微生物。细胞长杆状［（0.25～0.3）μm×（9～11）μm］、革兰氏阳性，形成芽胞、圆形、端生。菌落呈白色至透明。**★生理特性：**中温生长，生长温度和 pH 分别是 15～45℃和 7～10，最适生长温度和 pH 分别是 30℃和 9.0；生长的 NaCl 浓度高达 18%，最适生长的 NaCl 浓度是 10%，无盐存在时也能生长。对下列化合物敏感：氯霉素（10 μg）、红霉素（5μg 和 30 μg）、青霉素 G（2 μg，10 IU）、杆菌肽（10 μg）、万古霉素（30 μg）、氨苄西林（25 μg）、夫西地酸（10 μg）和新生霉素（30 μg）；耐链霉素（25 μg）、四环素（30 μg 和 50 μg）、卡那霉素（30 μg）、新霉素（30 μg）和庆大霉素（30 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐不能被还原。能水解吐温（20、40、60 和 80），但不能水解七叶苷、酪蛋白、明胶、次黄嘌呤、淀粉、酪氨酸和黄嘌呤。不产 H_2S。能利用麦芽糖和 D-核糖产酸，但不能利用下列物质产酸：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、乳糖、D-甘露醇、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、蔗糖、海藻糖、D-木糖、肌醇或 D-山梨醇。API ZYM 分析结果表明，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）和 α-葡萄糖苷酶为阳性，而酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶和 β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。**★化学特性：**呼吸醌包括 MK-7（70%）和 DeMK-6（30%），主要极性脂包括磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 39.5 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明，菌株 $4AG^T$

与 *A. haloalkaliphilus* 的同源性为 98%，与 *Bacillus*、*Filobacillus*、*Halobacillus*、*Virgibacillus*、*Marinococcus*、*Oceanobacillus* 已鉴定的种和 *A. salilacus* 的同源性均小于 95.0%。DNA-DNA 杂交结果表明，该菌株与 *A. haloalkaliphilus* 的关联度为 49.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      actgaatcct  tcgggaggac  gtctgtggaa  cgagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg
61     caacctgcct  gtaagactgg  gataactccg  ggaaaccggg  gctaataccg  gataactcaa
121    cgaaccgcat  ggttcggtgt  taaaagatgg  cttctgctat  tacttacaga  tgggcccgcg
181    gcgcattagc  tagttggtga  ggtaacggct  caccaaggca  acgatgcgta  gccgacctga
241    gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt
301    agggaatcat  ccgcaatgga  cgaaagtctg  acggtgcaac  gccgcgtgag  tgatgaaggt
361    tttcggatcg  taaaactctg  ttgttaggga  agaacacgta  ctgttcgaat  agggcagtay
421    cttgacggta  cctaaccaga  aagccacggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
481    taggtggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtttcttaag
541    tctgatgtga  aagcccacag  ctcaactgtg  gagggtcatt  ggaaactggg  gaacttgagt
601    acagaagagg  agagcggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagatat  gtggaggaac
661    accagtggcg  aaggcggctc  tctggtctgt  gactgacgct  gaggcgcgaa  agcatgggta
721    gcgaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  tgccgtaaac  gatgagtgct  aggtgttagg
781    gggtccaacc  cttagtgctg  cagttaacgc  aataagcact  ccgcctgggg  agtacggccg
841    caaggctgaa  actcaaagga  attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta
901    attcgacgca  acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ttcggaccgc  cctagagata
961    gggtcttccc  ttcggggacc  gaatgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt
1021   gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccttaa  ccttagttgc  cagcattcag
1081   ttgggcactc  taaggtgact  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat
1141   catcatgccc  cttatgacct  gggctacaca  cgtgctacaa  tggatggtac  aaagggaagc
1201   raaaccgcga  ggtcaagcca  atcccataaa  gccattctca  gttcggactg  taggctgcaa
1261   ctcgcctgca  tgaagccgga  atcgctagta  atcgcagatc  agcatgctgc  ggtgaatacg
1321   ttcccgggcc  ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  ttggcaacac  ccgaagtcgg
1381   tggggtaacc  atttatggag  ccagccgccg  aaggtggggc  caatgattgg  ggtgaagtcg
1441   ta
```

229. *Alkalibacillus flavidus*（淡黄碱芽胞杆菌）

【种类编号】1-3-3。*Alkalibacillus flavidus* Yoon et al.，2010，sp. nov.（淡黄碱芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ISL-17=KCTC 13258 = CCUG 56753。**★16S rRNA 基因序列号：**EU874387。**★种名释意：***flavidus* 为淡黄色之意，故其中文名称为淡黄碱芽胞杆菌（L. masc. adj. *flavidus*，pale yellow）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ISL-17^T 是从韩国黄海海域的一个海洋晒盐田中分离出来的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.2～0.4）μm ×（0.8～9.5）μm］、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动，形成芽胞、球形、端生、胞囊膨大。在含有 8% NaCl 的 MA 培养基上 37℃培养 3d 后形成的菌落直径为 1.0～1.5 mm、呈淡黄色、圆形、凸起、发光、光滑。**★生理特性：**最适生长温度是 37℃，在 10℃和 55℃能生长，但在 4℃和 60℃不能生长。最适生长 pH 是 8.5～9.0，在 pH 为 5.5 和 9.5 时能生长，但在 pH 为 5 或 10 时不能生长。在

含 10% NaCl 浓度下生长良好，在含 4%和 26% NaCl 浓度下能生长，但在 3%和 27%浓度下不能生长。在含 8% NaCl 的 MA 培养基或添加有硝酸钾含 8% NaCl 的 MA 培养基条件下不发生厌氧生长。对下列化合物敏感：氨苄西林、羧苄西林、头孢菌素、氯霉素、庆大霉素、卡那霉素、林可霉素、新生霉素、竹桃霉素、青霉素 G 和链霉素，耐新霉素、多黏菌素 B 或四环素。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。能水解吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80，不能水解七叶苷、酪蛋白、明胶、次黄嘌呤、淀粉、酪氨酸和黄嘌呤。不产 H_2S。利用麦芽糖和 D-核糖产酸，不能利用下列碳源产酸：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、乳糖、D-甘露醇、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、蔗糖、海藻糖、D-木糖、肌醇或 D-山梨醇。API ZYM 结果显示，碱性磷酸酯酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）和 α-葡萄糖苷酶为阳性，但酯酶（C14）、缬氨酸、亮氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚 AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡糖苷酸酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。**★化学特性：**细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.1 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的种系发生分析表明，菌株 ISL-17^T 与 *A. salilacus* BH163^T 的同源性为 98.2%，与 *Alkalibacillus* 其他种类的同源性为 95.8%～96.5%。菌株 ISL-17^T 和 *A. salilacus* KCTC 3916^T 的 DNA-DNA 杂交关联度为 19%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagct  gacagatctc
61    cttcgggagt  gacgtcagtg  gaacgagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaaccta
121   cctgttagac  ggggataact  ccgggaaacc  ggggctaata  ccggatgatg  cattgaaccg
181   catggttcaa  tgatgaaaga  tggcttctag  ctatcactaa  cagatgggcc  cgcggcgcat
241   tagttagttg  gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
301   gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa
361   tcatccgcaa  tggacgcaag  tctgacggtg  caacgccgcg  tgagtgatga  aggtcttcgg
421   atcgtaaaac  tctgttgtta  gggaagaaca  cgtgctgttc  gaatagggca  gcaccttgac
481   ggtacctaac  cagaaagccc  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtagggg
541   gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggttcct  taagtctgat
601   gtgaaaggcc  acagctcaac  tgtggagggc  cattggaaac  tggggaactt  gagtacagaa
661   gaggagagcg  gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  atatgtggag  gaacaccagt
721   ggcgaaggcg  gctctctggt  ctgtgactga  cgctgaggcg  cgaaagcatg  ggtagcaaac
781   aggattagat  accctggtag  tccatgccgt  aaacgttgag  tgctaggtgt  taggggttcc
841   aacccttagt  gctgcagtta  acgcaataag  cactccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggc
901   tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcctgc  acaagcggtg  gagcatgtgg  tttaattcga
961   cgcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catcttcgga  cagcccaaga  gattgggtct
1021  tcccttcggg  gaccgaatga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg
1081  ttgggttaag  tcccgtaacg  agcgcaaccc  ctgatcttag  ttgccagcat  tcagttgggc
1141  actctaggat  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggcgg  ggatgacgtc  aaatcatcat
1201  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatggatg  gtacaaaggg  aagccaaacc
1261  gcgaggtcga  gctaatccca  taaagccatt  ctcagttcgg  attgtaggct  gcaactcgcc
1321  tgcatgaagc  cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagaatg  ccgcggtgaa  tacgttccca
```

```
1381  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagttggca  acacccgaag  tcggtggggt
1441  aaccttcacg  gagccagccg  ccgaaggtgg  ggccaatgat  tggggtgaag  tcgtaacaag
1501  gtagccgtat  cggaaggtgc
```

230. *Alkalibacillus haloalkaliphilus*（嗜盐碱碱芽胞杆菌）

【种类编号】1-3-4。*Alkalibacillus haloalkaliphilus*（Fritze，1996）Jeon et al.，2005，comb. nov.（嗜盐碱碱芽胞杆菌）= *Bacillus haloalkaliphilus* Fritze，1996。**★模式菌株：**WN13 = ATCC 700606= CIP 106702 = DSM 5271 = JCM 12303 = LMG 17943。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ238041。**★种名释意：***haloalkaliphilus* 中 *halos* 为盐之意，*alkali* 为碱之意，*philos* 为喜好之意，故其中文名称为嗜盐碱碱芽胞杆菌［Gr. n. *hals halos*，salt；N.L. n. *alkali*（from Arabic article *al*，the；Arabic n. *qaliy*，ashes of saltwort），alkali；Gr. adj. *philos* loving；N.L. masc. adj. *haloalkaliphilus*，loving briny and alkaline media］。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株 WN13^T 分离自埃及 Wadi Natrun 的高盐度湖泊淤泥。**★形态特征：**细胞大小为（0.3～0.5）μm ×（3.0～8.0）μm、中温、专性嗜碱、革兰氏阴性。含 5%～10% NaCl 碱性培养基形成的菌落呈奶油白色；含 20% NaCl 的培养基形成的菌落呈淡黄色。**★生理特性：**在 NA 或 NB 培养基中无 NaCl 时菌株不生长。pH 为 7 时不生长。pH 为 9.7 时生长较好。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解淀粉（弱）、酪蛋白、明胶和马尿酸，不能水解支链淀粉、吐温 20、吐温 80 和 4-甲基伞形-D-酮葡萄糖醛酸。卵黄卵磷脂酶和脲酶为阴性。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。细胞壁肽聚糖为 A1γ 型，特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 38 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag  cgcgggaagc  agactgaatc  cttcgggagg
61    atgtctgtgg  aacgagcggc  ggacgggtga  gtaacacgtg  ggcaacctgc  ctgtaagact
121   gggataactc  cgggaaaccg  gggctaatac  cggataactc  aacgaaccgc  atggttcggt
181   gttaaaagat  ggcttttgct  attacttaca  gatgggcccg  cggcgcatta  gctagttggt
241   gaggtaacgg  ctcaccaagg  ccacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac
301   tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc  atccgcaatg
361   gacgaaagtc  tgacggtgca  acgccgcgtg  agtgatgaag  gttttcggat  cgtaaaactc
421   tgttgttagg  gaagaacacg  tgctgttcga  atagggcagt  gccttgacgg  tacctaacca
481   gaaagccacg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtaggtggc  aagcgttgtc
541   cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggtttctta  agtctgatgt  gaaaggccat
601   agctcaacta  tggagggcca  ttggaaactg  gggaacttga  gtacagaaga  ggagagcgga
661   attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagat  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcggc
721   tctctggtct  gtgactgacg  ctgaggcgcg  aaagcatggg  tagcgaacag  gattagatac
781   cctggtagtc  catgccgtaa  acgatgagtg  ctaggtgtta  gggggtccaa  cccttagtgc
841   tgcagttaac  gcaataagca  ctccgcctgg  ggagtacggc  cgcaaggctg  aaactcaaag
901   gaattgacgg  gggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgacgc  aacgcgaaga
961   accttaccag  gtcttgacat  cttcggacca  ccctagagat  agggtcttcc  ttcggggacc
1021  gaatgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
```

1081　gcaacgagcg　caacccttaa　ccttagttgc　cagcattcag　ttgggcactc　taaggtgact
1141　gccggtgaca　aaccggagga　aggtggggat　gacgtcaaat　catcatgccc　cttatgacct
1201　gggctacaca　cgtgctacaa　tggatggtac　aaagggaagc　gaaaccgcga　ggtcaagcca
1261　atcccataaa　gccattctca　gttcggattg　taggctgcaa　ctcgcctgca　tgaagccgga
1321　atcgctagta　atcgcagatc　agcatgctgc　ggtgaatacg　ttcccgggcc　ttgtacacac
1381　cgcccgtcac　accacgagag　ttggcaacac　cc

231. *Alkalibacillus halophilus*（嗜盐碱芽胞杆菌）

【种类编号】1-3-5。*Alkalibacillus halophilus* Tian et al.，2007，sp. nov.（嗜盐碱芽胞杆菌），**★模式菌株：**YIM 012 = DSM17369 = KCTC 3990。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ359731。**★种名释意：***halophilus* 中 *hals* 为盐之意，*philos* 为喜好之意，故其中文名称为嗜盐碱芽胞杆菌（ha.lo′phi.lus Gr. mas. n. *hals* salt，Gr. adj. *philos*，loving，M. L. masc. adj. *halophilus* salt loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 YIM 012^T 是从我国新疆高盐土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.5）μm ×（2.0～6.0）μm］、革兰氏阳性、好氧、可运动。DSM 372 培养基上培养 1 周后形成的菌落直径为 2～4 mm、光滑、白色、不透明。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 25～55℃、6.0～9.0 和 5%～30%；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30～45℃、7.0～8.0 和 10%～20%（w/v）。耐下列抗生素：阿米卡星（30 μg）、呋喃唑酮（300 μg）、环丙沙星（5 μg）、氨苄西林（10 μg）、新霉素（30 μg）、氧氟沙星（5 μg）、四环素（30 μg）、盐酸多西环素（30 μg）、诺氟沙星（10 μg）、庆大霉素（10 μg）、头孢他啶（30 μg）和妥布霉素（10 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。不能还原硝酸盐，不产吲哚和 H_2S。不能水解淀粉、酪蛋白、吐温 20 和吐温 80。能利用海藻糖和木糖醇为唯一碳源。不能利用下列化合物为唯一碳源：L-阿拉伯糖、D-纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-甘露糖、D-葡萄糖、肌醇、甘露醇、麦芽糖、棉籽糖、L-鼠李糖、乳糖、山梨醇、乙酸钠、柠檬酸钠、蔗糖、甘露醇和木糖。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（39.8%）、anteiso-$C_{17:0}$（35.5%）和 iso-$C_{15:0}$（10.6%）。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.0 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 YIM 012^T 与 *A. salilacus* DSM 16460^T 的同源性为 99.6%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 YIM 012^T 与 *A. salilacus* DSM 16460^T 的关联度为 20%。16S rRNA 基因序列如下。

1　agtcgagcgc　gggaagcgag　ctgaagccct　tcggggtgga　cgctcgtgga　acgagcggcg
61　gacgggtgag　taacacgtgg　gcaacctacc　tgtgagacgg　ggataactcc　gggaaaccgg
121　ggctaatacc　ggataacgca　tcgaaccgca　tggttcgatg　atcaaagatg　gcttctagct
181　atcactcaca　gatgggcccg　cggcgcatta　gttagttggt　gaggtaaagg　ctcaccaagg
241　cgacgatgcg　tagccgacct　gagagggtga　tcggccacac　tgggactgag　acacggccca
301　gactcctacg　ggaggcagca　gtagggaatc　atccgcaatg　gacgcaagtc　tgacggtgca
361　acgccgcgtg　agcgatgaag　gtcttcggat　cgtaaagctc　tgttgtgagg　gaagaacaag
421　tgccgttcga　atagggcggc　accttgacgg　tacctcacca　gaaagccccg　gctaactacg
481　tgccagcagc　cgcggtaata　cgtagggggc　aagcgttgtc　cggaattatt　gggcgtaaag
541　cgcgcgcagg　cggttcctta　agtctgatgt　gaaaggccac　agctcaactg　tggagggcca

601	ttggaaactg	gggaacttga	ggacagaaga	ggagagcgga	attccacgtg	tagcggtgaa
661	atgcgtagat	atgtggagga	acaccagtgg	cgaaggcggc	tctctggtct	gtaactgacg
721	ctgaggcgcg	aaagcatggg	tagcgaacag	gattagatac	cctggtagtc	catgccgtaa
781	acgttgagtg	ctaggtgtta	gggggtccaa	cccttagtgc	tgcagttaac	gcaataagca
841	ctccgcctgg	ggagtacggc	cgcaaggctg	aaactcaaag	gaattgacgg	gggcctgcac
901	aagcggtgga	gcatgtggtt	taattcgacg	caacgcgaag	aaccttacca	ggtcttgaca
961	tcttcggaca	gcccaagaga	ttgggtcttc	ccttcgggga	ccgaatgaca	ggtggtgcat
1021	ggttgtcgtc	agctcgtgtc	gtgagatgtt	gggttaagtc	ccgtaacgag	cgcaacccct
1081	gatcttagtt	gccagcattg	agttgggcac	tctaggatga	ctgccggtga	caaaccggag
1141	gaaggcgggg	atgacgtcaa	atcatcatgc	cccttatgac	ctgggctaca	cacgtgctac
1201	aatggatggt	acaaagggaa	gccaaaccgc	gaggtcgagc	taatcccata	aagccattct
1261	cagttcggat	tgtaggctgc	aactcgcctg	catgaagccg	gaatcgctag	taatcgcgga
1321	tcagaatgcc	gcggtgaata	cgttcccagg	ccttgtacac	accgcccgtc	acaccacgag
1381	agttggcaac	acccgaagtc	ggtggggtaa	ccttcacgga	gccagccgcc	gaaggtgggg
1441	ccaatgattg	gggtgaagtc	gtaacaaggt	agccgtatcg	gaaggtgcgg	ctggatcacc
1501	tcctta					

232. *Alkalibacillus salilacus*（盐湖碱芽胞杆菌）

【种类编号】1-3-6。*Alkalibacillus salilacus* Jeon et al.，2005，sp. nov.（盐湖碱芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BH163 = DSM 16460 = JCM 13894 = KCTC 3916。**★16S rRNA 基因序列号：**AY671976。**★种名释意：***salilacus* 中 *salis* 为盐之意，*lacus* 为湖之意，故其中文名称为盐湖碱芽胞杆菌（L. n. *sal salis*，salt；L. n. *lacus -us*，lake；N.L. gen. n. *salilacus*，of a salt lake）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BH163^T 是从我国新疆艾丁湖中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状 [（0.4～0.5）μm ×（1.6～3.0）μm]、严格好氧、革兰氏阳性、KOH 阴性、形成芽胞。菌落呈奶油色、光滑、低凸、圆形/微不规则。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～40℃、7.0～9.0 和 5%～20%（w/v）；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度是 30℃、8.0 和 10%～12%。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐被还原成亚硝酸盐。能水解七叶苷，不能水解酪蛋白、淀粉、吐温 80、L-酪氨酸、次黄嘌呤、黄嘌呤、明胶和尿素。利用下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、D-核糖、α-D-乳糖和 D-果糖。不能利用下列化合物产酸：D-葡萄糖、麦芽糖、甘油、D-海藻糖、D-木糖、L-鼠李糖、核糖醇、D-棉籽糖、D-甘露醇、熊果苷、D-水杨苷、D-蜜二糖或 D-甘露糖。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。细胞壁肽聚糖类型为 A1γ，特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.0 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 BH163^T 与 *B. haloalkaliphilus* DSM 5271^T 和 *Filobacillus milosensis* DSM 13259^T 的同源性分别为 95.9%和 94.5%。16S rRNA 基因序列如下。

1	ggggtggacg	cttgtggaac	gagcggcgga	cgggtgagta	acacgtgggc	aacctacctg
61	tgagacgggg	ataactccgg	gaaaccgggg	ctaataccgg	ataacgcatc	gaaccgcatg
121	gttcgatgat	caaagatggc	ttcttgctat	cactcacaga	tgggcccgcg	gcgcattagt

```
181   tagttggtga  ggtaacggct  caccaaggcg  acgatgcgta  gccgacctga  gagggtgatc
241   ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatcat
301   ccgcaatgga  cgcaagtctg  acggtgcaac  gccgcgtgag  cgatgaaggt  cttcggatcg
361   taaagctctg  ttgtgaggga  agaacaagtg  ccgttcgaat  agggcggcac  cttgacggta
421   cctcaccaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  taggggggcaa
481   gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gttccttaag  tctgatgtga
541   aaggccacag  ctcaactgtg  gagggccatt  ggaaactggg  gaacttgagg  acagaagagg
601   agagcggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagatat  gtggaggaac  accagtggcg
661   aaggcggctc  tctggtctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcatgggta  gcgaacagga
721   ttagataccc  tggtagtcca  tgccgtaaac  gttgagtgct  aggtgttagg  gggtccaacc
781   cttagtgctg  cagttaacgc  aataagcact  ccgcctgggg  agtacggccg  caaggctgaa
841   actcaaagga  attgacgggg  gcctgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgacgca
901   acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ttcggacagc  caagagattg  ggtcttccct
961   tcggggaccg  aatgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg
1021  ttaagtcccg  taacgagcgc  aacccctgat  cttagttgcc  agcatttagt  tgggcactct
1081  aggatgactg  ccggtgacaa  accggaggaa  ggcggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccc
1141  ttatgacctg  ggctacacac  gtgctacaat  ggatggtaca  aagggaagcc  aaaccgcgag
1201  gtcgagctaa  tcccataaag  ccattctcag  ttcggattgt  aggctgcaac  tcgcctgcat
1261  gaagccggaa  tcgctagtaa  tcgcggatca  gaatgccgcg  gtgaatacgt  tcccaggcct
1321  tgtacacacc  gcccgtcaca  ccacgagagt  tggcaacacc  cgaagtcggt  ggggtaacct
1381  tcacggagcc  agccgccgaa  g
```

233. *Alkalibacillus silvisoli*（林地碱芽胞杆菌）

【种类编号】1-3-7。*Alkalibacillus silvisoli* Usami et al.，2007，sp. nov.（林地碱芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BM2 = JCM 14193 = DSM 18495。**★16S rRNA 基因序列号：**AB264528。**★种名释意：***silvisoli* 中 *silva* 为森林之意，*solum* 为土壤之意，故其中文名称为林地碱芽胞杆菌（L. n. *silva*，forest；L. n. *solum*，soil；N.L. gen. n. *silvisoli*，of forest soil，the source of isolation of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BM2[T] 是从日本的非盐性的森林土壤中分离出来的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.3～0.5）μm ×（4～7）μm］、以单极鞭毛运动，形成芽胞、圆形、端生、胞囊膨大。在新鲜培养基中细胞呈革兰氏阳性，陈旧培养基中细胞呈革兰氏染色可变。琼脂平板上形成的菌落呈奶油色、不透明。**★生理特性：**生长的 NaCl 浓度为 5%～25%，最适 NaCl 浓度为 10%～15%；生长的 pH 为 7～10，最适 pH 为 9～9.5；生长的温度是 20～50℃，最适生长温度是 30～37℃。厌氧条件下菌株不生长。对下类化合物敏感：杆菌肽、氨苄西林、四环素、链霉素、新生霉素和氯霉素；耐卡那霉素和茴香霉素。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解酪蛋白和明胶，不能水解淀粉、DNA、马尿酸盐、七叶苷、支链淀粉或吐温 80。硝酸钠不能被还原。不产 H_2S。L-丙氨酸氨肽酶为阴性。利用 D-半乳糖、麦芽糖、蔗糖、D-海藻糖和 D-甘露醇产酸，但利用 D-果糖、D-葡萄糖或 D-木糖不产酸。**★化学特性：**肽聚糖类型为 A1γ，细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要的呼吸醌是 MK-7。主要的细胞脂肪酸是 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.0 mol%。16S rRNA 基因

序列的系统发育分析表明，菌株 BM2^T 与 *A. haloalkaliphilus* DSM 5271^T 的同源性为 98.0%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 BM2^T 和 *A. haloalkaliphilus* JCM 12303^T（27%和 19%）、*A. filiformis* JCM 13893^T（25%和 21%）和 *A. salilacus* JCM 13894^T（27%和 19%）的关联度很低。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg  agcgcgggaa  gcagactgaa  tctcatctga
61     gaggacgttt  gtggaacgag  cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtgggcaac  ctgcctgtaa
121    gactgggata  actccgggaa  accggggcta  ataccggata  acgcatagaa  ccgcctggtt
181    ctgtgttgaa  agatggctct  gctatcactt  acagatgggc  ccgcggcgca  ttagctagtt
241    ggtgaggtaa  tggctcacca  aggccacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca
301    cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcatccgca
361    atggacgaaa  gtctgacggt  gcaacgccgc  gtgagtgatg  aaggttttcg  gatcgtaaaa
421    ctctgttgtt  agggaagaac  acgtactgtt  cgaatagggc  agtgccttga  cggtacctaa
481    ccagaaagcc  acggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggt  ggcaagcgtt
541    gtccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggtttc  ttaagtctga  tgtgaaaggc
601    cacagctcaa  ctgtggaggg  ccattggaaa  ctggggaact  tgagtacaga  agaggagagc
661    ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gatatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc
721    ggctctctgg  tctgtgactg  acgctgaggc  gcgaaagcat  gggtagcgaa  caggattaga
781    taccctggta  gtccatgccg  taaacgatga  gtgctaggtg  ttagggggtc  caacccttag
841    tgctgcagtt  aacgcaataa  gcactccgcc  tggggagtac  ggccgcaagg  ctgaaactca
901    aaggaattga  cgggggcccg  cacaagcggt  ggagcatgtg  gtttaattcg  acgcaacgcg
961    aagaacctta  ccaggtcttg  acatcttcgg  accaccctag  agatagggtc  ttcccttcgg
1021   ggaccgaatg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa
1081   gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttgatctta  gttgccagca  tttagttggg  cactctaagg
1141   tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat
1201   gacctgggct  acacacgtgc  tacaatggat  ggtacaaagg  gaagcgaacc  cgcgaggtcg
1261   agccaatccc  ataaagccat  tctcagttcg  gattgtaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag
1321   ccggaatcgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc  gggccttgta
1381   cacaccgccc  gtcacaccac  gagagttggc  aacacccgaa  gtcggtggag  taaccatttt
1441   ggagctagcc  gccgaaggtg  gggccaatga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa  gg
```

四、别样芽胞杆菌属（*Allobacillus*）

【属特征描述】细胞为革兰氏阳性，形成芽胞，好氧。芽胞球形，端生，胞囊膨胀。L-丙氨酸氨肽酶为阴性。细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{14:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油。主要呼吸醌为 MK-7。模式种的模式菌株 DNA 的 G+C 含量为 45.3 mol%。模式种为 *Allobacillus halotolerans*。

★属名释意：*Allobacillus* 中 *allos* 为另外、另一种之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为别样芽胞杆菌属（Gr. pref. -*allos*，another；L. masc. n. *bacillus*，a small staff or rod；N.L. masc. n. *Allobacillus*，another bacillus or rod）。

234. *Allobacillus halotolerans*（耐盐别样芽胞杆菌）

【种类编号】1-4-1。*Allobacillus halotolerans* Sheu et al.，2011，sp. nov.（耐盐别样芽

胞杆菌）。★**模式菌株：**B3A = BCRC 17939 = LMG 24826。★**16S rRNA 基因序列号：**FJ347755。★**种名释意：***halotolerans* 中 *hals* 为盐之意，*tolerans* 为耐受之意，故其中文名称为耐盐别样芽胞杆菌（ha.lo.to′le.rans. Gr. n. *halshalos* salt；L. part. adj. *tolerans* tolerating；N.L. part. adj. *halotolerans* salt-tolerating）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 B3A^{T}是从虾酱中分离得到的。★**形态特征：**细胞杆状［0.6 μm ×（2.0～3.0）μm］、能动、革兰氏阳性、好氧、无色素、形成芽胞、极性鞭毛。MA 培养基上 37℃培养 48 h 后形成的菌落直径为 0.6～0.8 mm、圆形、凸起、全缘、白色、半透明。★**生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 20～45℃、6～9 和 0.5%～15%；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别为 37℃、7 和 6%。对下列抗生素敏感：庆大霉素、氯霉素、卡那霉素、链霉素、青霉素 G、氨苄西林、新生霉素、四环素、利福平，但耐萘啶酸。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。DNA 酶和脂肪酶为阴性。不能水解淀粉、酪蛋白、明胶和吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80。API 20NE 测试结果表明，不能还原硝酸盐，不产吲哚，不能利用葡萄糖产酸。精氨酸双水解酶、β-葡萄糖苷酶、蛋白酶、β-半乳糖苷酶、脲酶为阴性。不能利用下列化合物：葡萄糖、甘露糖、N-乙酰葡萄糖胺、麦芽糖、苹果酸、阿拉伯糖、甘露醇、葡萄糖酸盐、癸酸盐、己二酸盐、柠檬酸盐和乙酸苯酯。API ZYM 测试结果表明：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、C8 酯酶、胰蛋白酶和 α-胰凝乳蛋白酶为阳性，酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。Biolog GP2 测试结果表明，能氧化下列化合物：糊精、吐温 40、吐温 80、甘露聚糖、N-乙酰葡萄糖胺、N-乙酰基-β-D-甘露糖胺、D-半乳糖醛酸、D-果糖、α-D-葡萄糖、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露糖、3-甲基-D-葡萄糖、甲基 α-D-葡萄糖苷、D-阿洛酮糖、D-核糖、蔗糖、海藻糖、松二糖、D-木糖、乳糖、甲基 β-D-葡萄糖苷、α-酮戊二酸、D-乳酸甲基酯、丙酮酸甲酯、γ-羟基丁酸、α-酮戊酸、L-乳酸、丙酮酸、L-丙氨酸、D-丙氨酸、L-丙氨酰甘氨酸、L-丝氨酸、2，3-丁二醇、甘油、腺苷、2′-脱氧腺苷、胸苷和尿苷。★**化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$、anteiso-$C_{15:0}$和 iso-$C_{14:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45.3 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 B3A^{T}与芽胞杆菌科（Bacillaceae）菌株的同源性<94.0%，与 *Halalkalibacillus halophilus* BH2^{T}的同源性为 93.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1    atacatgcaa gtcgagcgcg ggaagcagac agcgtccctt cggggacaat gtctgtggaa
61   cgagcggcgg acgggtgagt aacacgtggg caacctacct gcaagactgg gataaccccg
121  ggaaaccggg gctaataccg gatgatgacg tgaatcgcat gattcatgtt tgaaagatgg
181  cctttgtgct atcacttgca gatgggcccg cggcgcatta gctagttggt ggggtaagag
241  cctaccaagg caacgatgcg tagccgacct gagagggtga tcggccacac tgggactgag
301  acacggccca gactcctacg ggaggcagca gtagggaatc ttccgcaatg gacgaaagtc
361  tgacggagca acgccgcgtg agtgaagaag gtcctcggat cgtaaagctc tgttgttagg
421  gaagaacaag taccgttcga atagggcggt accttgacgg tacctaacca gaaagccacg
481  gctaactacg tgccagcagc cgcggtaata cgtaggtggc aagcgttatc cggaattatt
541  gggcgtaaag cgcgcgcagg cggtttctta agtctgatgt gaaagcccac ggcttaaccg
601  tggagggtca ttggaaactg gggaacttga gtacagaaga ggagagtgga attccacgtg
```

661	tagcggtgaa	atgcgtagag	atgtggagga	acaccagtgg	cgaaggcgac	tctctggtct
721	gtaactgacg	ctgaggcgcg	aaagcgtggg	tagcaaacag	gattagatac	cctggtagtc
781	cacgccgtaa	acgatgagtg	ctaggtgtta	ggggttccaa	cccttagtgc	tgcagttaac
841	gcaataagca	ctccgcctgg	ggagtacggc	cgcaaggctg	aaactcaaag	gaattgacgg
901	gggcccgcac	aagcggtgga	gcatgtggtt	taatttgacg	caacgcgaag	aaccttacca
961	ggtcttgaca	tcccgctgac	cggcctagag	ataggccttc	ccttcggggc	agcggtgaca
1021	ggtggtgcat	ggttgttgtc	agctcgtgtc	gtgagatgtt	gggttaagtc	ccgtaacgag
1081	cgcaaccctt	gattttagtt	gccagcattt	agttgggcac	tttaaggtga	ctgccggtga
1141	caaaccggag	gaaggtgggg	atgacgtcaa	atcctcatgc	cccttatgac	ctgggctaca
1201	cacgtgctac	aatggatggt	acagagggca	gcgagaccgt	gaggtttagc	caatccctta
1261	aagccattct	cagttcggat	tgcaggctgc	aactcgcctg	tatgaagccg	gaatcgctag
1321	taatcgcgga	tcagcatgcc	gcggtgaata	cgttcccggg	ccttgtacac	accgcccgtc
1381	acaccacgag	agttggcaac	acccgaagtc	ggtggggtac	ctttatggag	c

五、交替芽胞杆菌属（*Alteribacillus*）

【属特征描述】为革兰氏阳性杆菌。形成芽胞，中生或亚端生，胞囊不膨胀。中度嗜盐，能生长的 NaCl 浓度范围广，最适浓度为 5%～10%（w/v），但无 NaCl 时不能生长。嗜中温。化能有机营养型，好氧呼吸。过氧化氢酶和氧化酶为阳性。主要呼吸醌为 MK-7。肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。极性脂为磷脂酰甘油、一个氨基糖脂和一个未知的磷脂。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。DNA 的 G+C 含量为 37.1 mol%～38.9 mol%。模式种为 *Alteribacillus bidgolensis*。**★属名释意：***Alteribacillus* 中 *alter -tera -terum* 为另一个、别样之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为交替芽胞杆菌属{L. adj. *alter -tera -terum*，another，the other；L. masc. n. *bacillus*，a rod and also a bacterial generic name［*Bacillus* Cohn 1872（Approved Lists 1980）］；N.L. masc. n. *Alteribacillus*，another *Bacillus*}。

235. *Alteribacillus bidgolensis*（阿巴德盐湖交替芽胞杆菌）

【种类编号】1-5-1。*Alteribacillus bidgolensis* Didari et al.，2012，sp. nov.（阿巴德盐湖交替芽胞杆菌）。**★模式菌株：**P4B = CCM 7963 = CECT 7998 = DSM 25260 = IBRC-M 10614 = KCTC 13821。**★16S rRNA 基因序列号：**HQ433453。**★种名释意：***bidgolensis* 意为模式菌株分离自印度阿巴德盐湖，故其中文名称为阿巴德盐湖交替芽胞杆菌（bid.gol.en′sis. N.L. masc. adj. *bidgolensis* of or belonging to Aran-Bidgol salt lake）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 P4B^T 是从伊朗阿巴德高盐度湖水中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.8～0.9）μm ×（1.8～3.5）μm］。含 7.5% HM 琼脂培养基上 35℃培养 48 h 形成的菌落直径约 2 mm、呈圆形、凸起、全缘、光滑、浅黄色。**★生理特性：**生长的 NaCl 浓度是 0.5%～12.5%（w/v），最适的生长 NaCl 浓度是 5%～7.5%（w/v）。生长的温度和 pH 分别为 25～40℃和 6.5～10.0；最适的生长温度和 pH 是 35℃和 7.0。对下列抗生素敏感：阿莫西林（30 μg）、杆菌肽（10 U）、羧苄西林（100 μg）、庆大霉素（30 μg）、呋喃妥因（300 μg）、四环素（30 μg）和利福平（5 μg）。耐下列抗生素：阿米

卡星（30 μg）、新霉素（30 μg）、妥布霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）和多黏菌素 B（100 U）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解酪蛋白，不能水解明胶、DNA、淀粉或吐温 40、吐温 60 和吐温 80。能还原硝酸盐，不产吲哚和 H_2S，甲基红和 V-P 反应为阴性。脲酶、β-半乳糖苷酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶和苯丙氨酸脱氨酶为阴性。能利用 D-甘露醇和核糖产酸，不能利用下列化合物产酸：D-葡萄糖、D-果糖、半乳糖、乳糖、蔗糖、麦芽糖、海藻糖、D-甘露糖或 D-木糖。能利用下列化合物为唯一碳源和能源：阿拉伯糖、D-葡萄糖、D-核糖、蔗糖、甘露醇、棉籽糖、D-果糖、纤维二糖、海藻糖、甘油、柠檬酸盐、L-天冬酰胺、L-精氨酸、L-组氨酸和 L-亮氨酸。但不能利用下列化合物为唯一碳源和能源：半乳糖、D-甘露糖、蜜二糖、淀粉、甘氨酸、丙氨酸、甲硫氨酸、苯丙氨酸、脯氨酸、半胱氨酸、酪氨酸或缬氨酸。**★化学特性：**细胞的主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要极性脂为磷脂酰甘油、氨基糖脂和一种未知的磷脂。呼吸醌包括 MK-7（88%）和 MK-8（2%）。肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸作为特征氨基酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.9 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 P4B^T 与 *B. persepolensis* HS136^T 和 *B. salarius* BH169^T 的同源性分别为 97.1%和 95.1%，与 *B. subtilis* subsp. *subtilis* DSM 10^T 的同源性仅为 91.3%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 P4B^T 与 *B. persepolensis* HS136^T 的关联度为 6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  catggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    gcgggaagca  ggcagatccc  ttcggggtga  cgcatgtgga  acgagcggcg  gacgggtgag
121   taacacgtgg  gcaacctgcc  ttgcagactg  ggataacccc  gggaaaccgg  ggctaatacc
181   ggatgatcag  ccaaatcgca  tgatttgatt  gtaaaagtag  ggacttgttc  cttacactgc
241   aagatgggcc  cgcggcgcat  tagctagttg  gtgaggtaag  agcttaccaa  ggcaacgatg
301   cgtagccgac  ctgagagggt  gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta
361   cgggaggcag  cagtagggaa  tcatccgcaa  tgggcgaaag  cctgacggtg  caacgccgcg
421   tgagtgaaga  aggttttcgg  atcgtaaagc  tctgttatct  gggaagaaca  agtaccggtc
481   gaataggccg  gtaccttgac  ggtacccgat  cagaaagccc  cggctaacta  cgtgccagca
541   gccgcggtaa  tacgtagggg  gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agggcgcgca
601   ggcggtttcc  taagtctgat  gtgaaagccc  acggctcaac  cgtggagggt  cattggaaac
661   tggggaactt  gagtacagga  gaggagagcg  gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag
721   agatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg  gctctctggc  ctgtaactga  cgctgaggcg
781   cgaaagcgtg  gggagcgaac  aggattagat  accctggtag  tccacgccgt  aaacgttgag
841   tgctaggtgt  taggggtttc  gacgccctta  gtgccgcagc  aaacgcatta  agcactccgc
901   ctggggagta  cgaccgcaag  gttgaaactc  aaaggaattg  acgggggccc  gcacaagcgg
961   tggagcatgt  ggtttaattc  gacgcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt  gacatcttct
1021  gccacttcca  gagatggaag  gttccccttc  gggggacaga  atgacaggtg  gtgcatggtt
1081  gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca  acccttaacc
1141  ttagttgcca  gcattcagtt  gggcactcta  gggtgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag
1201  gtggggatga  cgtcaaatca  tcatgcccct  tatgacctgg  gctacacacg  tgctacaatg
1261  gatggtacag  agggacgcga  agccgcgagg  tgaagcgaat  ctcaaaaagc  cattctcagt
1321  tcggattgca  ggctgcaact  cgcctgcatg  aagccggaat  cgctagtaat  cgcggatcag
1381  catgccgcgg  tgaatacgtt  cccgggcctt  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagct
1441  tgcaacaccc  gaagtcggtg  aggtaaccct  atgggagcca  gccgcc
```

236. *Alteribacillus persepolensis*（波斯波利斯交替芽胞杆菌）

【种类编号】1-5-2。*Alteribacillus persepolensis*（Amoozegar et al.，2009）Didari et al.，2012，comb. nov.（波斯波利斯交替芽胞杆菌）=*Bacillus persepolensis* Amoozegar et al.，2009，sp. nov.。**★模式菌株：**HS136 = CCM 7595 = DSM 21632 = JCM 15720 = LMG 25222。**★16S rRNA 基因序列号：**FM244839。**★种名释意：***persepolensis* 意为现代伊朗的波斯波利斯古城之意，故其中文名称为波斯波利斯交替芽胞杆菌（per.se.po.len′sis. N.L. masc. adj. *persepolensis* related to the ancient city of Persepolis，in modern-day Iran）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $HS136^T$ 是从伊朗 Howz-索乌坦高盐度湖泊中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（1.0～1.5）μm ×（2.5～3.0）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、略嗜碱性、中度嗜盐、能动，形成芽胞、椭圆形、中生-次端生、胞囊不膨大。含 10% HM 培养基上 37℃培养 48 h 后形成的菌落直径约 2 mm、呈圆形、全缘、光滑、奶油色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 25～45℃、7.0～10.0 和 5%～20%（w/v）；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 40℃、8.0～8.5 和 10%（w/v）。对下列抗生素敏感：阿莫西林（30 μg）、羧苄西林（100 μg）、呋喃妥因（300 μg）、四环素（30 μg）和利福平（5 μg）。耐庆大霉素（30 μg）、妥布霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）和多黏菌素 B（100 U）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解酪蛋白和吐温 80，不能水解淀粉、明胶、DNA 和七叶苷。硝酸盐不能被还原，不产吲哚和 H_2S。利用下列化合物产酸：D-葡萄糖、海藻糖和肌醇。利用下列化合物不产酸：D-果糖、半乳糖、乳糖、麦芽糖、蜜二糖、D-甘露糖或 D-木糖。甲基红和 V-P 反应为阴性，脲酶、β-半乳糖苷酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶和苯丙氨酸脱氨酶为阴性。不能利用下列化合物为唯一碳源和能源：D-葡萄糖、半乳糖、乳糖、D-甘露糖、蜜二糖、D-核糖、蔗糖、甘油、丙氨酸、精氨酸、甘氨酸、亮氨酸、赖氨酸、甲硫氨酸、脯氨酸和缬氨酸。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。极性脂为磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁肽聚糖类型为 A1γ，特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.1 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 $HS136^T$ 与 *B. salarius* $BH169^T$ 和 *B. qingdaonensis* $CM1^T$ 的同源性分别为 95.2%和 94.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tttgatcntg  gctcaggacg  aacgctggcg  gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgagcgcgg
61    gaagcagtct  gatcccttcg  gggtgacgat  tgtggaacga  gcggcggacg  ggtgagtaac
121   acgtgggcaa  cctgccttgc  agactgggat  aacctcggga  aaccggggct  aataccggat
181   aaccaatctc  atcgcatgga  gagattgtaa  aagtagggat  tatccttaca  ctgcaagatg
241   ggcccgcggc  gcattagcta  gttggtgggg  taagagctca  ccaaggcgac  gatgcgtagc
301   cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag
361   gcagcagtag  ggaatcatcc  gcaatgggcg  aaagcctgac  ggtgcaacgc  cgcgtgagtg
421   aagaaggttt  tcggatcgta  aagctctgtt  attagggaag  aacaagtaca  gctcgaagag
481   ggctgtacct  tgacggtacc  taatcagaaa  gccccggcta  actacgtgcc  agcagccgcg
541   gtaatacgta  gggggcaagc  gttgtccgga  attattgggc  gtaaagggcg  cgcaggcggt
601   ttcctaagtc  tgatgtgaaa  gcccacggct  caaccgtgga  gggtcattgg  aaactgggga
661   acttgagtgc  aagagaggag  agcggaattc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt
```

721	ggaggaacac	cagtggcgaa	ggcggctctc	tggcttgcaa	ctgacgctga	ggcgcgaaag
781	cgtggggagc	gaacaggatt	agataccctg	gtagtccacg	ccgtaaacgt	tgagtgctag
841	gtgttagggg	tttcgatgcc	cttagtgccg	cagcaaacgc	attaagcact	ccgcctgggg
901	agtacgaccg	caaggttgaa	actcaaagga	attgacgggg	gcccgcacaa	gcggtggagc
961	atgtggttta	attcgacgca	acgcgaagaa	ccttaccagg	tcttgacatc	ttctgctact
1021	tccagagatg	gaaggttccc	cttcggggga	cagaatgaca	ggtggtgcat	ggttgtcgtc
1081	agctcgtgtc	gtgagatgtt	gggttaagtc	ccgcaacgag	cgcaaccctt	gaccttagtt
1141	gccagcattc	agttgggcac	tctagggtga	ctgccggtga	caaaccggag	gaaggtgggg
1201	atgacgtcaa	atcatcatgc	cccttatgac	ctgggctaca	cacgtgctac	aatggatggt
1261	acagagggaa	gcaaaaccgy	gaggtcaagc	gaatcccaaa	aagccattct	cagttcggat
1321	tgcaggctgc	aactcgcctg	catgaagccg	gaatcgctag	taatcgcgga	tcagcatgcc
1381	gcggtgaata	cgttcccggg	ccttgtacac	accgcccgtc	acaccacgag	agcttgcaac
1441	acccgaagtc	ggtgaggtaa	ccttngagcc	agcc		

六、兼性芽胞杆菌属（*Amphibacillus*）

【属特征描述】细胞为革兰氏阳性杆菌，（0.3～0.5）μm ×（0.9～1.9）μm。芽胞椭圆，中生，胞囊膨大，但很快释放。以周生鞭毛运动，兼性厌氧，于葡萄糖–蛋白胨–酵母膏培养基（pH 10）好氧或厌氧都可良好生长和形成芽胞。化能异养菌，兼性厌氧；在厌氧条件下，可从葡萄糖产乙醇、乙酸和甲酸；在好氧条件下产乙酸。在厌氧条件或以柠檬酸钛为还原剂的好氧条件下，可消化木质素。细胞含 *meso*-二氨基庚二酸和由 anteiso-和 iso-支链酸和直链酸组成的脂肪酸。过氧化氢酶、氧化酶皆阴性。生长温度为 25～45℃。广泛分布于腐朽植物的材料上，模式种分离自含草的粪便肥料。DNA 的 G+C 为 36 mol%～38 mol%。模式种为 *Amphibacillus xylanus*。模式种的主要特征是细胞杆状，通过鞭毛运动或不动。好氧和厌氧下菌落小、白色、圆形、光滑、凸起、整齐。生长温度是 25～45℃。阳性反应有木糖、阿拉伯糖、核糖、葡萄糖、木聚糖、果糖的利用，七叶苷、水杨苷水解。阴性反应有硝酸盐还原、吲哚、H_2S 产生、柠檬酸盐利用、明胶水解。**★属名释意：***Amphibacillus* 中 *amphi* 为双性（指既可以好氧生长也可以厌氧生长）之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为兼性芽胞杆菌属（Gr. pref. *amphi*，both sides or double；L. dim. n. *bacillus*，a small rod；N.L. masc. n. *Amphibacillus*，rod capable of both aerobic and anaerobic growth）。

237. *Amphibacillus cookii*（库氏兼性芽胞杆菌）

【种类编号】1-6-1。*Amphibacillus cookii* Pugin et al.，2012，sp. nov.（库氏兼性芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JW/BP-GSL-QD = ATCC BAA-2118 = DSM 23721。**★16S rRNA 基因序列号：**HM057160。**★种名释意：***cookii* 意为 Cook，旨在纪念微生物学家 Gregory Cook（1937～2010），故中文名称为库氏兼性芽胞杆菌（cook′i.i. N.L. gen. masc. n. *cookii*，named in honour of Gregory Cook，to recognize his contribution to the microbiology and bioenergetics of extremophiles）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JW/BP-GSL-QD^T 是从犹他州大盐湖南部采取的沉积

物样品中分离得到的。★**形态特征**：细胞杆状［(0.5～0.6) μm ×（2～7）μm］、兼性好氧、单生或成对、常以短链状生长，菌落呈白色、圆形。生长初期呈革兰氏阳性，生长后期呈革兰氏阴性。★**生理特性**：菌株生长温度、pH 和 Na^+浓度分别是 14.5～47℃、6.5～10.3 和 0.1～4.5 mol/L；最适生长温度、pH 和 Na^+浓度分别是 39℃、8.0 和 0.9 mol/L。酵母提取物或蛋白胨是生长所必需的。★**生化特性**：过氧化氢酶和氧化酶为阴性。甲基红和 V-P 反应为阴性。在含 0.2%（w/v）酵母提取液的培养基中好氧或厌氧条件下，均能利用下列化合物为唯一碳源和能源：L-阿拉伯糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、菊糖、乳糖、麦芽糖、甘露醇、D-甘露糖、丙酮酸盐、D-核糖、D-山梨醇、淀粉、海藻糖、木糖醇和 D-木糖。★**化学特性**：主要细胞脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和一种未知的磷脂。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 35.4 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 JW/BP-GSL-QD^T 与 *A. jilinensis*、*A. sediminis* 和 *A. tropicus* 的同源性分别为 98.6%、96.7 %和 95.6%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 JW/BP-GSL-QD^T 与 *A. jilinensis* Y1^T 的关联度为 58%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gatcccttcg  gggtgagatc  gcgtggaatg  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtgggca
61    acctacctgt  aagactggga  taactccggg  aaaccggagc  taataccgga  tgatcctttt
121   tcctgcatag  ggaaaaggta  aaaggcggca  attgctgtca  cttacagatg  ggcccgcggc
181   gcattagcta  gttggtgagg  taacggctca  ccaaggcaac  gatgcgtagc  cgacctgaga
241   gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag
301   ggaatcttcc  gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgaacg  aagaaggttt
361   tcggatcgta  aagttctgtt  gttagggaag  aacacgtacc  gaacgaatag  gtcggtacct
421   tgacggtacc  taacgaggaa  gccccggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta
481   gggggcaagc  gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgca  cgcaggcggt  tttttaagtc
541   tgatgtgaaa  tcttgcggct  caaccgcaag  cggtcattgg  aaactggaga  acttgagtgc
601   agaagaggag  agtggaattc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac
661   cagtggcgaa  ggcgactctc  tggtctgtta  ctgacgctga  ggtgcgaaag  cgtggggagc
721   aaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctag  gtgttagggg
781   gtttccgccc  cttagtgctg  cagttaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggccg
841   caaggctgaa  actcaaaaga  attgacgggg  acccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta
901   attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  cttatgatcg  ctctagagat
961   agagtttacc  cttcggggac  ataagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc
1021  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcattc
1081  agttgggcac  tctaaggtga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa
1141  atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac  aatggatggt  acaaagggca
1201  gcaaagccgc  aaggccaagc  gaatcccata  aaaccattct  cagttcggat  tgtaggctgc
1261  aactcgccta  catgaagccg  gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata
1321  cgttcccggg  tcttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agttagcaac  acccgaagtc
1381  ggtgaggtaa  ccat
```

238. *Amphibacillus fermentum*（发酵兼性芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-6-2。*Amphibacillus fermentum* Zhihina et al.，2001，sp. nov.（发酵兼性芽胞杆菌）。★**模式菌株**：Z-7984 = DSMZ 13869 = Uniqem 210。★**16S rRNA** 基因序

列号：AF418603。**★种名释意：***fermentum* 为发酵之意，故其中文名称为发酵兼性芽胞杆菌（ L. n. *fermentum*，that which causes fermentation，ferment）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Z-7984^T 是从碱性、含有大量矿物质的马加迪湖的沉堆物里分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［(0.5～0.75) μm ×（1.5～4.0）μm］、革兰氏阳性、嗜碱、耐热、耐旱、单生或成对、有时短链状生长、以周生鞭毛运动、不形成芽胞。**★生理特性：**生长的 pH 是 7.0～10.5，最适生长 pH 是 8.0～9.5。专性依赖 CO_3^{2-}；生长的 Na^+浓度是 0.17～3.3 mol/L，最适 Na^+浓度是 1.87 mol/L（以碳酸钠形式存在）。Cl^-不是生长必需的。生长温度是 18～56℃，最适生长温度是 36～38℃。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性。厌氧条件下菌株能发酵葡萄糖、木糖、甘露糖、果糖、蔗糖、麦芽糖、海藻糖和纤维二糖，利用蛋白胨、酵母提取物和吐温 80 发酵较慢。葡萄糖发酵产物是甲酸、乙酸和乙醇。能水解淀粉、糖原和木聚糖。厌氧条件下能利用下列化合物作为底物：核糖、阿拉伯糖、半乳糖、乳糖和 N-乙酰葡萄糖胺。**★分子特性：**DNA 中 G+C 含量为 41.5 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgagcgcgg  gaagctaaca  gattccttcg  ggatgacgtt
61    agtggaacga  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  cctacctata  agactgggat
121   aactcgtgga  aacgcgagct  aataccggat  aatacaaccg  accncctggt  cagttgttga
181   aagatggctt  cggctatcac  ttataggatg  ggcccgcggc  gcattagcta  gttggtaggg
241   taacggctca  ccaaggcaac  gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg
301   actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag  ggaatcttcc  gcaatggacg
361   aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgaacg  aagaaggttt  tcggatcgta  aagttctgtt
421   gttagggaag  aacaagtacc  gttcgaatag  ggcggtacct  tgacggtacc  taacgaggaa
481   gccccggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  gggggcaagc  gttgtccgga
541   attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  tttttaagtc  tgatgtgaaa  tcttgtggct
601   caaccacaac  cggtcattgg  aaactggaga  acttgaggac  agaagaggag  agtggaattc
661   cangtgtagc  ggtgaaatgc  gtagatatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactctc
721   tggtctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  gaacaggatt  agataccctg
781   gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctag  gtgttagggg  gtttccgccc  cttagtgctg
841   cagttaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggctg  caaggctgaa  actcaaagga
901   attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa
961   ccttaccagg  tcttgacatc  ctctgaccac  acgagagatc  gtgttttcct  tcggggacag
1021  aagtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081  gcaacgagcg  caacccctnn  tcttagttgc  cagcattnng  ttgggcactc  taaggtgact
1141  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggac  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct
1201  gggctacaca  cgtgctacaa  tggatggtac  aaagggatgc  gaaaccgcga  ggtcaagcaa
1261  atcccataaa  accattctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca  tgaagccgga
1321  ancgctagta  atcgtggatc  agcatgccac  ggtgaatacg  ttcccgggtc  ttgtacacac
1381  cgcccgtcac  accacgagag  ttggcaacac  ccgaacncgg  tgaggtaacc  tttttaggag
1441  ccnnccgccg  aagg
```

239. *Amphibacillus haojiensis*（好纪湖兼性芽胞杆菌）

【种类编号】1-6-3。*Amphibacillus haojiensis* Zhao et al.，2004，sp. nov.（好纪湖兼性

芽胞杆菌）。**★模式菌株：**F10。**★16S rRNA 基因序列号：**AF275698。**★种名释意：***haojiensis* 意为模式菌株分离自我国内蒙古自治区好纪湖，故其中文名称为好纪湖兼性芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *haojiensis*，of/from Haoji Soda Lake in Inner Mongolia Autonomous Region，China）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $F10^T$ 分离自我国内蒙古自治区好纪湖土壤。**★形态特征：**细胞杆状或短杆状［（0.6～0.8）μm ×（1.0～3.0）μm］、革兰氏阳性、兼性厌氧、以周生鞭毛运动、形成芽胞。菌落呈圆形、表面光滑、边缘整齐、低凸起、有光泽、肉粉色、不透明。**★生理特性：**生长温度是 10～45℃，最适生长温度是 37℃；生长 pH 是 7.0～10.5，最适 pH 为 9.5；生长 NaCl 浓度是 0～15%，最适 NaCl 浓度是 3%。**★生化特性：**可水解淀粉，不能水解酪素、明胶和吐温。过氧化氢酶、氧化酶、脲酶、甲基红反应为阴性。产吲哚和 H_2S。能还原硝酸盐。能利用葡萄糖、蔗糖、半乳糖、果糖和麦芽糖产酸。**★化学特性：**细胞壁氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸是 $C_{16:0}$ 和 $C_{18:1\omega7c}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 42.2 mol%。16S rRNA 序列分析结果表明，菌株 $F10^T$ 和 *A. tropicus* 的同源性为 96%，与 *Amphibacillus* 其他种的 16S rRNA 的序列同源性低于 94%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tttngaacgc  nggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag  cgcaggaagc  atgacggatc
61    ccttcggggt  gacatcatgt  ggaatgagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  tgggcaacct
121   acctgtaaga  ctgggataac  tccgggaaac  cggagctaat  accggatgat  ccttattcct
181   gcatgggagg  aaggtaaaag  gcggcattat  gctgtcactt  acagatgggc  ccgcggcgca
241   ttagctagtt  ggtgaggtaa  cggctcacca  aggcaacgat  gcgtagccga  cctgagaggg
301   tgatcggcca  cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga
361   atcttccgca  atggacgaaa  gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgaacgaag  aaggttttcg
421   gatcgtaaag  ttctgttgtt  agggaagaac  acgtaccgat  caaataggtc  ggtaccttga
481   cggtacctaa  cgaggaaacc  cccggctaac  tacgtgccca  gcagccgcgg  taatacgtag
541   ggggcaagcg  ttgtccggaa  ttatttgggc  gtaaagcgca  cgcaggcggt  tttttaagtc
601   tgatgtgaaa  tcttgcggct  caaccgcaag  cggtcattgg  aaactggaga  acttgagtgc
661   agaagaggag  agtggaattc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac
721   cagtggcgaa  ggcgactctc  tggtctgtta  ctgacgctga  ggtgcgaaag  cgtggggagc
781   aaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctag  gtgttagggg
841   gtttccgccc  cttagtgctg  cagttaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggccg
901   caaggctgaa  actcaaaaga  attgacgggg  acccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta
961   attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  cttatgnncg  ctctagagat
1021  agagttttcc  cttcggggac  ataagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc
1081  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcattc
1141  agttgggcac  tctaaggtga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa
1201  atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac  aatggatggt  acaaagggca
1261  gcaaagccgc  aaggccaagc  gaatcccata  aaaccattct  cagttcggat  tgtaggctgc
1321  aactcgccta  catgaagccg  gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata
1381  cgttcccggg  tcttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agttagcaac  acccgaagtc
1441  ggtgaggtaa  ccatttggag  ccagccgccg  agaaaagttt  ccc
```

240. *Amphibacillus iburiensis*（胆振兼性芽胞杆菌）

【种类编号】1-6-4。*Amphibacillus iburiensis* Hirota et al.，2013，sp. nov.（胆振兼性芽胞杆菌）。**★模式菌株：**N314 = JCM18529 = NCIMB 14823。**★16S rRNA 基因序列号：**AB736274。**★种名释意：***iburiensis* 意为模式菌株分离自日本北海道胆振，故其中文名称为胆振兼性芽胞杆菌（i.bu.ri.en′sis. N.L. masc. adj. *iburiensis* from Iburi，the place where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 N314^T 是从日本北海道胆振蓼蓝（*Polygonum tinctorium* Lour.）酒样发酵（10 个月）中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.3～0.4）μm ×（1.7～3.0）μm］、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动、兼性厌氧，形成芽胞、椭球形、端生。菌落呈圆形、凸起、白色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 26～39℃、8.0～9.1 和 0～7%；最适的生长温度是 36℃（pH=10）；最适的 NaCl 浓度是 0～3%（pH=10.0，35℃）；最适的生长 pH 为 8.9～9.1（30℃）。**★生化特性：**能水解淀粉、木聚糖和纤维素，不能水解酪蛋白、明胶、DNA 或吐温 20、吐温 40、吐温 60 或吐温 80。API ZYM 测试结果表明，下列酶活性为阳性：酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酸酶、α-葡萄糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶。下列酶活性为阴性：酯酶（C4）、碱性磷酸酶、酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酯、胰蛋白酶、胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、α-半乳糖苷酶、N-乙酰基-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。能发酵下列化合物（不产气）：L-阿拉伯糖和 D-阿拉伯糖、D-木糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、D-鼠李糖、D-半乳糖、蔗糖、海藻糖、纤维二糖、棉籽糖、乳糖和蜜二糖。不能发酵下列化合物：木糖醇、山梨醇、甘露醇或肌醇。**★化学特性：**细胞脂肪酸为：iso-$C_{13:0}$、anteiso-$C_{13:0}$、iso-$C_{14:0}$、$C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{18:0}$、$C_{18:1\omega9c}$ 和 $C_{20:0}$。共有 15 种极性脂，其中主要极性脂为一种未知糖脂、两种未知氨基酸和脂类、三种未知的磷脂。细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。未检测到呼吸醌的存在。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.4 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 N314^T 与 *A. indicireducens* 和 *A. xylanus* 的同源性分别为 98.9%和 98.0%。但 DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 N314^T 与 *A. indicireducens* 和 *A. xylanus* 的关联度分别为（29±2）% 和（10±2）%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      tggctcagga  tgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcgc  gtgaaactaa
61     atggatctct  tcggagtgac  gcttagtgga  tcgagcggcg  gatgggtgag  taacacgtgg
121    gcaacctgcc  tataagactg  ggataactta  cggaaacgtg  agctaatacc  ggatgaaacc
181    ttttgtcacc  tggcaagagg  atgaaagatg  gcgcaagcta  tcacttatag  atgggcccgc
241    ggcgcattag  ctagttggtg  agataaaagc  tcaccaaggc  aacgatgcgt  agccgacctg
301    agagggtgat  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag
361    tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  acgaagaagg
421    ttctcggatc  gtaaagttct  gttgttaggg  aagaacacgt  accattcgaa  tagggtggta
481    ccttgacggt  acctaacgag  aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac
541    gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggttctttaa
601    gtctgatgtg  aaatcttgcg  gctcaaccgc  aagcggtcat  tggaaactgg  agaacttgag
```

661　gacagaagag　gagagtggaa　ttccacgtgt　agcggtgaaa　tgcgtagaga　tgtggaggaa
721　caccagtggc　gaaggcgact　ctctggtctg　taactgacgc　tgaggtgcga　aagcgtgggt
781　agcgaacagg　attagatacc　ctggtagtcc　acgccgtaaa　cgatgagtgc　taggtgttag
841　ggggtttccg　ccccttagtg　ctggcgttaa　cgcattaagc　actccgcctg　gggagtacgg
901　ccgcaaggct　gaaactcaaa　agaattgacg　gggacccgca　caagcggtgg　agcatgtggt
961　ttaattcgaa　gcaacgcgaa　gaaccttacc　aggtcttgac　atccttatgc　ccgctctaga
1021　gatagagttt　tcccttcggg　gacataagtg　acaggtggtg　catggttgtc　gtcagctcgt
1081　gtcgtgagat　gttgggttaa　gtcccgcaac　gagcgcaacc　cttgaactta　gttgccagca
1141　tttagttggg　cactctaaga　tgactgccgg　tgacaaaccg　gaggaaggtt　gggatgacgt
1201　caaatcatca　tgccccttat　gacctgggct　acacacgtgc　tacaatggat　ggtacaaagg
1261　gcagcgaagc　cgcgaggtgg　agccaatccc　ataaaaccat　tttcagttcg　gattgtaggc
1321　tgcaactcgc　ctacatgaag　ccggaatcgc　tagtaatcgc　ggatcagcat　gccgcggtga
1381　atacgttccc　gggtcttgta　cacaccgccc　gtcacaccac　gagagttagc　aacacccgaa
1441　gtcggtgagg　taacgctttt　agcgagccag　ccgccgaagg　tggggccaat　gattggggtg
1501　aagtcgtaac　aaggtagccg　tatcgg

241. *Amphibacillus indicireducens*（靛蓝消减兼性芽胞杆菌）

【种类编号】1-6-5。*Amphibacillus indicireducens* Hirota et al.，2013，sp. nov.（靛蓝消减兼性芽胞杆菌）。**★模式菌株：**C40 = JCM 17250 = NCIMB 14686。**★16S rRNA 基因序列号：**AB665218。**★种名释意：***dicireducens* 中 *indicum* 为靛蓝之意，*reducens* 为还原之意，故其中文名称为靛蓝消减兼性芽胞杆菌（in.di.ci.re.du′cens. L. n. *indicum* indigo；L. part. adj. *reducens* bringing or leading back，used to mean ‘reducing’；N.L. part. adj. *indicireducens* indigo-reducing）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $C40^T$ 是从日本北海道伊达市靛蓝蓼（蓼蓝）发酵液（*Polygonum tinctorium* Lour.）中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.3～0.5）μm ×（1.0～3.0）μm］、革兰氏阳性、兼性厌氧、周生鞭毛、形成芽胞、椭球形、端生。碱性 RCA 培养基上形成的菌落呈圆形、凸起、白色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 17～39℃、9.0～12.0 和 0～7%；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 35℃、10.0 和 0～1%。对下列抗生素敏感：阿米卡星（30 μg）、庆大霉素（10 μg）、多黏菌素 B（300 U）、链霉素（10 μg）和新霉素（30 μg）。对下列抗生素不敏感：妥布霉素（10 μg）、新生霉素（30 μg）和制霉菌素（100 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阴性。能水解淀粉、木聚糖和纤维素，不能水解酪蛋白、明胶和 DNA 或吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80。API ZYME 测试结果表明，下列酶活性为阳性：酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酸酶、α-葡萄糖苷和 β-葡萄糖苷酶。下列酶活性为阴性：碱性磷酸酶、酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、N-乙酰基-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。能发酵下列化合物（不产气）：L-阿拉伯糖、D-阿拉伯糖、D-木糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、D-鼠李糖、D-半乳糖、蔗糖、海藻糖、纤维二糖、棉籽糖和蜜二糖，不能发酵木糖醇、山梨醇、甘露醇或肌醇。**★化学特性：**细胞的脂肪酸为 iso-$C_{13:0}$、anteiso-$C_{13:0}$、iso-$C_{14:0}$、$C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$、

anteiso-$C_{15:0}$、$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{18:0}$、$C_{18:1\omega9c}$、$C_{18:2\omega6c}$ 和 $C_{20:0}$。细胞壁肽聚糖类型为 *meso*-二氨基庚二酸。未检测到呼吸醌。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.5 mol%～37.7 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 C40^T 与 *A. xylanus* JCM 7361^T、*A. sediminis* Shu-P-Ggiii25-2^T、*A. cookii* JW/BP-GSL-QD^T、*A. jilinensis* JCM 16149^T、*A. fermentum* Z-7984^T 和 *A. tropicus* Z-7792^T 的同源性分别为 97.5%、95.4%、94.6%、94.4%、94.2%和 93.7%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 C40^T 与 *A. xylanus* JCM 7361^T 和 *A. sediminis* IAM 15428^T 的关联度分别为（10±3）%（*n*=4）和（9±1）%（*n*=3）。16S rRNA 基因序列如下。

1	tggctcagga	tgaacgctgg	cggcgtgcct	aatacatgca	agtcgagcgc	gtgaaactaa
61	acngaactct	tcggagtgac	gtatagcgga	tcgagcggcg	gatgggtgag	taacacgtgg
121	gcaacctgcc	tataagactg	ggataactta	cggaaacgtg	agctaatacc	ggatgaaacc
181	tcttatcacc	tggtaagagg	atgaaagatg	gcttttagct	atcacttata	gatgggcccg
241	cggcgcatta	gctagttggt	gagataaaag	ctcaccaagg	caacgatgcg	tagccgacct
301	gagagggtga	tcggccacac	tgggactgag	acacggccca	gactcctacg	ggaggcagca
361	gtagggaatc	ttccgcaatg	gacgaaagtc	tgacggagca	acgccgcgtg	aacgaagaag
421	gttctcggat	cgtaaagttc	tgttgttagg	gaagaacacg	taccattcga	atagggtggt
481	accttgacgg	tacctaacga	gaaagccccg	gctaactacg	tgccagcagc	cgcggtaata
541	cgtagggggc	aagcgttgtc	cggaattatt	gggcgtaaag	cgctcgcagg	cggtttttta
601	agtctgatgt	gaaatcttgc	ggctcaaccg	caagcggtca	ttggaaactg	gagaacttga
661	ggacagaaga	ggagagtgga	attccacgtg	tagcggtgaa	atgcgtagag	atgtggagga
721	acaccagtgg	cgaaggcgac	tctctggtct	gtaactgacg	ctgaggagcg	aaagcgtggg
781	tagcgaacag	gattagatac	cctggtagtc	cacgccgtaa	acgatgagtg	ctaggtgtta
841	gggggtttcc	gccccttagt	gctggcgtta	acgcattaag	cactccgcct	ggggagtacg
901	gccgcaaggc	tgaaactcaa	aagaattgac	ggggacccgc	acaagcggtg	gagcatgtgg
961	tttaattcga	agcaacgcga	agaaccttac	caggtcttga	catccttatg	cccgctctag
1021	agatagagtt	ttcccttcgg	ggacataagt	gacaggtggt	gcatggttgt	cgtcagctcg
1081	tgtcgtgaga	tgttgggtta	agtcccgcaa	cgagcgcaac	ccttgaactt	agttgccagc
1141	attcagttgg	gcactctaag	atgactgccg	gtgacaaacc	ggaggaaggt	tgggatgacg
1201	tcaaatcatc	atgcccctta	tgacctgggc	tacacacgtg	ctacaatgga	tggtacaaag
1261	ggcagcgaaa	ccgcgaggtg	gagccaatcc	cataaaacca	ttttcagttc	ggattgtagg
1321	ctgcaactcg	cctacatgaa	gccggaatcg	ctagtaatcg	cggatcagca	tgccgcggtg
1381	aatacgttcc	cgggtcttgt	acacaccgcc	cgtcacacca	cgagagttag	caacacccga
1441	agtcggtgag	gtaacgcttt	tagcgagcca	gccgccgaag	gtggggccaa	tgattggggt
1501	gaagtcgtaa	caaggtagcc	gtatcggaag	gtgcggc		

242. *Amphibacillus jilinensis*（吉林兼性芽胞杆菌）

【种类编号】1-6-6。*Amphibacillus jilinensis* Wu et al.，2010，sp. nov.（吉林兼性芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Y1 = CGMCC 1.5123 = JCM 16149。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ169626。**★种名释意：***jilinensis* 意为模式菌株分离自我国吉林省，故其中文名称为吉林兼性芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *jilinensis*，of or pertaining to Jilin，a province of north-east China，from which the sample that yielded the type strain was collected）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Y1[T] 是从我国吉林省高碱湖里沉积物中分离得到的。★形态特征：细胞杆状［（0.4～0.6）μm ×（2.0～3.3）μm］、稍微弯曲、兼性厌氧、革兰氏阳性，在菌株生长后期和稳定期时形成芽胞、端生。★生理特性：生长温度是 15～45℃，最适生长温度是 32℃，在 10℃或 50℃不生长；生长 pH 是 7.5～10.5，最适生长 pH 是 9.0。Cl^-和 HCO^{3-}不是生长所必需的。Na^+不是生长所必需的，但高度耐盐，能在 2.8 mol/L Na^+下生长，在 3.1 mol/L Na^+下不生长，最适生长的 Na^+浓度是 0.5 mol/L（0.06 mol/L $NaHCO_3$ 和 0.44 mol/L NaCl）。对下列化合物敏感：阿奇霉素、阿莫西林、氨苄西林、羧苄西林、头孢噻肟、头孢西丁、氯霉素、红霉素、卡那霉素、新霉素、呋喃妥因、新生霉素、苯唑西林、青霉素、磷霉素、利福平、链霉素、妥布霉素、四环素和万古霉素，耐阿米卡星、杆菌肽、庆大霉素、萘啶酸、多黏菌素 B 或制霉菌素。★生化特性：甲基红、V-P、过氧化氢酶和氧化酶反应为阴性。不产 H_2S 和吲哚。能利用下列化合物作为唯一碳源：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、乳糖、麦芽糖、甘露糖、D-甘露醇、蜜二糖、D-棉籽糖、鼠李糖、D-山梨醇、蔗糖、海藻糖、D-木糖。能水解淀粉和酪蛋白，不能水解酪氨酸、黄嘌呤或次黄嘌呤。不能利用下列化合物：甘油、L-丙氨酸、L-精氨酸、L-半胱氨酸、L-甘氨酸、L-组氨酸、L-甲硫氨酸、有机酸（包括乙酸盐、丁酸盐、柠檬酸盐、延胡索酸盐、甲酸盐、乳酸盐、苹果酸盐、丙酮酸盐、琥珀酸盐、酒石酸盐和草酸盐）、甲醇和乙醇。★化学特性：细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 37.7 mol%（T_m）。16S rRNA 基因序列分析表明，菌株 Y1[T] 与 *Amphibacillus* 的种类有 93.4%～96.8%的同源性。菌株 Y1[T] 与 *A. tropicus* DSM 13870[T] 和 *A. sediminis* DSM 21624[T] 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 48%和 37%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    gcaggaagca  tgacggatcc  cttcggggtg  acatcatgtg  gaatgagcgg  cggacgggtg
121   agtaacacgt  gggcaaccta  cctgtaagac  tgggataact  ccgggaaacc  ggagctaata
181   ccggataatc  cttattcctg  catgggagga  aggtaaaagg  cggcattatg  ctgtcactta
241   cagatgggcc  cgcggcgcat  tagctagttg  gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcaacgatg
301   cgtagccgac  ctgagagggt  gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta
361   cgggaggcag  cagtagggaa  tcttccgcaa  tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg
421   tgaacgaaga  aggttttcgg  atcgtaaagt  tctgttgtta  gggaagaaca  cgtgccgatc
481   aaataggtcg  gtaccttgac  ggtacctaac  gaggaagccc  cggctaacta  cgtgccagca
541   gccgcggtaa  tacgtagggg  gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcacgca
601   ggcggttttt  taagtctgat  gtgaaatctt  gcggctcaac  cgcaagcggt  cattggaaac
661   tggagaactt  gagtgcagaa  gaggagagtg  gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag
721   agatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg  actctctggt  ctgttactga  cgctgaggtg
781   cgaaagcgtg  gggagcaaac  aggattagat  accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgag
841   tgctaggtgt  tagggggttt  ccgcacctta  gtgctgcagt  taacgcatta  agcactccgc
901   ctggggagta  cggccgcaag  gctgaaactc  aaaagaattg  acggggaccc  gcacaagcgg
961   tggagcatgt  ggtttaattc  gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt  gacatcctta
1021  tgcccgctct  agagatagag  ttttcccttc  ggggacataa  gtgacaggtg  gtgcatggtt
1081  gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgatc
1141  ttagttgcca  gcattcagtt  gggcactcta  aggtgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag
```

1201　gtggggatga　cgtcaaatca　tcatgcccct　tatgacctgg　gctacacacg　tgctacaatg
1261　gatggtacaa　agggcagcaa　agccgcaagg　ccaagcgaat　cccataaaac　cattctcagt
1321　tcggattgta　ggctgcaact　cgcctacatg　aagccggaat　cgctagtaat　cgcggatcag
1381　catgccgcgg　tgaatacgtt　cccgggtctt　gtacacaccg　cccgtcacac　cacgagagtt
1441　agcaacaccc　gaagtcggtg　aggtaaccat　ttggagccag　ccgccgaagg　tggggccaat
1501　gattggggtg　aagtcgtaac　aaggtaaccg　ta

243. *Amphibacillus marinus*（海洋兼性芽胞杆菌）

【种类编号】1-6-7。*Amphibacillus marinus* Ren et al.，2013，sp. nov.（海洋兼性芽胞杆菌）。**★模式菌株：**J1 = CGMCC 1.10434 = JCM 17099。**★16S rRNA 基因序列号：**GU213062。**★种名释意：***marinus* 为海洋之意，故其中文名称为海洋兼性芽胞杆菌（ma.ri′nus. L. masc. adj. *marinus* of the sea，marine）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $J1^T$ 是从我国南海深海泥中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状 [（0.2～0.5）μm ×（1.0～4.0）μm]、兼性好氧、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭球形、端生、胞囊膨大。形成的菌落呈圆形、凸起、白色、半透明。**★生理特性：**生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 7～55℃、7.5～10.0 和 0～12%；最适的生长温度和 pH 分别是 28℃和 9.0。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阴性。脲酶和明胶酶为阴性。不产 H_2S 和吲哚，不能利用柠檬酸盐，不能水解淀粉和酪蛋白，硝酸盐不能被还原。能利用下列化合物为唯一碳源：D-果糖、海藻糖、α-乳糖、L-鼠李糖、麦芽糖、纤维二糖、D-木糖、D-半乳糖、D-阿拉伯糖、甲醇、D-山梨醇、D-甘露醇、甘油、肌醇、淀粉和酪蛋白水解物。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。未检测到呼吸醌。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油和磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.7 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 $J1^T$ 与 *A. cookii*、*A. sediminis* 和 *A. jilinensis* 的同源性分别为 97.0%、96.9%和 96.7%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc　gcaggaagca　gtttagatcc
61　cttcggggtg　acgagctgtg　gaatgagcgg　cggacgggtg　agtaacacgt　gggcaaccta
121　cctgtaagac　tgggataact　ccgggaaacc　ggggctaata　ccggatgatc　ctttgactca
181　catgggttag　aggtaaaagg　cggcttttag　ctgtcactta　cagatgggcc　cgcggcgcat
241　tagctagttg　gtgaggtaac　ggctcaccaa　ggcaacgatg　cgtagccgac　ctgagagggt
301　gatcggccac　actgggactg　agacacggcc　cagactccta　cgggaggcag　cagtagggaa
361　tcttccgcaa　tggacgaaag　tctgacggag　caacgccgcg　tgaacgaaga　aggttttcgg
421　atcgtaaagt　tctgttgtta　gggaagaaca　cgtaccgttc　aaatagggcg　gtaccttgac
481　ggtacctaac　gagaaagccc　cggctaacta　cgtgccagca　gccgcggtaa　tacgtagggg
541　gcaagcgttg　tccggaatta　ttgggcgtaa　agcgcgcgca　ggcggttttt　taagtctgat
601　gtgaaatctt　gcggctcaac　cgcaagcggt　cattggaaac　tggagaactt　gagtgcagaa
661　gaggagagtg　gaattccacg　tgtagcggtg　aaatgcgtag　atatgtggag　gaacaccagt
721　ggcgaaggcg　actctctggt　ctgtaactga　cgctgaggcg　cgaaagcgtg　gggagcaaac
781　aggattagat　accctggtag　tccacgccgt　aaacgatgag　tgctaggtgt　tagggggttt
841　ccgcccctta　gtgctgcagt　taacgcatta　agcactccgc　ctggggagta　cggccgcaag

```
901    gctgaaactc  aaaagaattg  acggggaccc  gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc
961    gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt  gacatcctca  tgaaagctct  agagatagag
1021   tcggcccttc  ggggacatga  gtgacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga
1081   gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgatc  ttagttgcca  gcatttagtt
1141   gggcactcta  aggtgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggatga  cgtcaaatca
1201   tcatgcccct  tatgacctgg  gctacacacg  tgctacaatg  gatggtacaa  agggcagcga
1261   agccgtgagg  tgaagcaaac  cccataaaac  cattctcagt  tcggattgta  ggctgcaact
1321   cgcctacatg  aagccggaat  cgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt
1381   cccgggtctt  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtt  agcaacaccc  gaagtcggtg
1441   aggtaaccat  ttggagccag  ccgccgaagg  tggggccaat  gattggggtg
```

244. *Amphibacillus sediminis*（沉积物兼性芽胞杆菌）

【种类编号】1-6-8。*Amphibacillus sediminis* An et al.，2007，sp. nov.（沉积物兼性芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Shu-P-Ggiii25-2 = MBIC08269 = IAM15428 = KCTC13120。**★16S rRNA 基因序列号：**AB243866。**★种名释意：***sediminis* 为沉积物之意，故其中文名称为沉积物兼性芽胞杆菌（L. gen. n. *sediminis*，of a sediment）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Shu-P-Ggiii25-2^T 是从日本静冈的湖中沉积物里分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状、革兰氏阳性、兼性厌氧、中度嗜碱、非能动，形成芽胞、球形、端生。在含赫布斯特 50%的人工海水胰酶大豆琼脂上形成的菌落呈白色、圆形、凸起。**★生理特性：**生长温度是 17～55℃，最适生长温度是 27℃，在 10℃或 60℃时不能生长；生长的 pH 是 7～9，最适生长 pH 是 8.5，在 pH 为 6.5 或 9.5 时不能生长；生长的 NaCl 浓度是 0～6%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阴性。产 3-羟基丁酮，不产 H_2S 和吲哚。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。脲酶、明胶酶、β-半乳糖苷酶和精氨酸双水解酶为阳性，赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶为阴性。不能利用柠檬酸盐。利用下列碳源产酸：甘油、葡萄糖、果糖、甘露糖、七叶苷、麦芽糖和蔗糖。不能利用下列碳源产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、L-木糖、核糖醇、甲基 β-D-木糖苷、半乳糖、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、甲基-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、乳糖、蜜二糖、海藻糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、苦杏仁糖、D-松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基-葡萄糖酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。未检测到呼吸醌。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.3 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 Shu-P-Ggiii25-2^T 与 *A. xylanus* 聚簇在一起，并且与 *Amphibacillus* 的种类有 94.9%～95.6%的同源性。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcaggaagct  agacagaact
61     cttcggagtg  acgtcaagtg  gaatgagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaacctn
121    cctgtaagac  tgggataact  ccgggaaacc  ggagctaata  ccggataaaa  tttttcgctg
181    catggcgaag  aaatgaaagg  tggcttttag  ctatcactta  cagatgggcc  cgcggcgcat
241    tagctagttg  gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcaacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
```

301 gatcggccac actgggactg agacacggcc cagactccta cgggaggcag cagtagggaa
361 tcttccgcaa tggacgaaag tctgacggag caacgccgcg tgaacgaaga aggttttcgg
421 atcgtaaagt tctgttgtta gggaagaaca cgtaccgttc aaatagggcg gtaccttgac
481 ggtacctaac gagaaagccc cggctaacta cgtgccagca gccgcggtaa tacgtagggg
541 gcgagcgttg tccggaatta ttgggcgtaa agcgcgcgca ggcggttttt taagtctgat
601 gtgaaatctt gcggctcaac cgtaagcggt cattggaaac tggagaactt gagtgcagaa
661 gaggagagtg gaattccacg tgtagcggtg aaatgcgtag agatgtggag gaacaccagt
721 ggcgaaggcg actctctggt ctgtaactga cgctgaggcg cgaaagcgtg gggagcnaac
781 aggattagat accctggtag tccacgccgt aaacgatgag tgctaggtgt tagggggttt
841 ccgcccctta gtgctgcagt taacgcatta agcactccgc ctggggagta cggccgcaag
901 gctgaaactc aaaagaattg acggggaccc gcacaagcgg tggagcatgt ggtttaattc
961 gaagcaacgc gaagaacctt accaggtctt gacatcctca tgcccgctct agagatagag
1021 cttgcccttc ggggccatga gtgacaggtg gtgcatggtt gtcgtcagct cgtgtcgtga
1081 gatgttgggt taagtcccgc aacgagcgca acccttgatc ttagttgcca gcattcagtt
1141 gggcactcta aggtgactgc cggtgacaaa ccggaggaag gtggggatga cgtcaaatca
1201 tcatgcccct tatgacctgg gctacacacg tgctacaatg gatggtacaa agggcagcga
1261 aaccgcgagg tgaagccaat cccataaaac cattctcagt tcggattgta ggctgcaact
1321 cgcctacatg aagccggaat cgctagtaat cgcggatcag catgccgcgg tgaatacgtt
1381 cccgggtctt gtacacaccg cccgtcacac cacgagagtt agcaacaccc gaagtcggtg
1441 aggtaaccat ttgganccag ccgccgaagg tggggccaat gattggggtg aagtcgtaac
1501 aaggtagccg tatcggaagg

245. *Amphibacillus tropicus*（热带兼性芽胞杆菌）

【种类编号】1-6-9。*Amphibacillus tropicus* Zhihina et al.，2001，sp. nov.（热带兼性芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Z-7792 = DSM 13870 = Uniqem 212。**★16S rRNA 基因序列号：**AF418602。**★种名释意：***tropicus* 为热带之意，故其中文名称为热带兼性芽胞杆菌（L. masc. adj. *tropicus*，tropical，an organism isolated from a tropical lake）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Z-7792^{T}是在严格厌氧条件下，从碱性、含有大量矿物质的马加迪湖的沉堆物里分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状[（0.4～0.5）μm ×（2.0～6.0）μm]、革兰氏阳性、耐热、严格嗜碱、单生或成对、以周生鞭毛运动，形成芽胞、圆形、端生。**★生理特性：**生长的 pH 是 8.5～11.5，最适生长 pH 是 9.5～9.7。专性依赖 CO_3^{2-}；生长的 Na^+浓度是 0.17～3.6 mol/L，最适 Na^+浓度是 1～1.87 mol/L（以碳酸钠形式存在）。Cl^-不是生长必需的。生长温度是 18～56℃，最适生长温度是 38℃。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性。厌氧条件下菌株能发酵葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、海藻糖、纤维二糖、蜜二糖、蛋白胨和酵母提取物，利用吐温 80 发酵较慢。葡萄糖发酵产物是甲酸、乙酸和乙醇。能水解淀粉、糖原和木聚糖。好氧条件下能利用木糖、果糖和乳糖。厌氧条件下不能利用酵母提取物、蛋白胨和吐温 80。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.2 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1 ctaatacatg caagtcgagc gcgggaagct aactgatgcc cttcggggtg acgatagtgg
61 aacgagcggc ggacgggtga gtaacacgtg ggcaacctac ctataagact gggataactc
121 cgggaaaccg gggctaatac cggataactt tttccttcgc atgaagggga attaaaaggc

181　ggcatttctg　tcacttacag　atgggcccgc　ggcgcattag　ctagttggtg　aggtaacggc
241　tcaccaaggc　aacgatgcgt　agccgacctg　agagggtgat　cggccacact　gggactgaga
301　cacggcccag　actcctacgg　gaggcagcag　tagggaatct　tccgcaatgg　acgaaagtct
361　gacggagcaa　cgccgcgtga　acgaagaagg　ttttcggatc　gtaaagttct　gttgttaggg
421　aagaacaagt　atgagtcgaa　taggctcatg　ccttgacggt　acctaacata　gaagccccgg
481　ctaactacgt　gccagcagcc　gcggtaatgc　gtagggggca　agcgttgtcc　ggaattattg
541　ggcgtaaagc　gcgcgcaggc　ggttctttaa　gtctgatgtg　aaatcttgcg　gctcaaccgc
601　aancggtcat　tggaaactgg　agaacttgag　tacagaagag　gagagtggaa　ttccacgtgt
661　agcggtgaaa　tgcgtagata　tgtggaggaa　caccagtggc　gaaggcgact　ctctggtctg
721　taactgacgc　tgaggtgcga　aagcgtgggg　agcgaacagg　attagatacc　ctggtagtcc
781　acgccgtaaa　cgatgagtgc　taggtgttag　gggggtttccg　ccccttagtg　ctgcagttaa
841　cgcattaagc　actccgcctg　gggagtacgg　ccgcaaggct　gaaactcaaa　agaattgacg
901　gggacccgca　caaacggtgg　agcatgtggt　ttaattcgaa　gcaacgcgaa　gaaccttacc
961　aggtcttgac　atccttatga　ccgctctaga　gatagagttt　tccttcgggg　acataagtga
1021　caggtggtgc　atggttgtcg　tcagctcgtg　tcgtgagatg　ttgggttaag　tcccgcaacg
1081　agcgcaaccc　ttgatcttag　ttgccagcat　tcagttgggc　actctaaggt　gactgccggt
1141　gacaaaccgg　aggaaggtgg　ggatgacgtc　aaatcatcat　gccccttatg　acctgggcta
1201　cacacgtgct　acaatggatg　gtacaaaggg　cagcgaagcc　gcgaggtgaa　gcaaatccca
1261　taaaaccatt　ctcagttcgg　attgtaggct　gcaactcgcc　tacatgaagc　aggaatcgct
1321　agtaatcgcg　gatcagcatg　cnncggtgaa　tacgttcccg　ggtcttgtac　acaccgcccg
1381　tcacatcacg　agatgtatat　gcaacacccg　gaagttgttg　aggtaa

246. *Amphibacillus xylanus*（木聚糖兼性芽胞杆菌）

【种类编号】1-6-10。*Amphibacillus xylanus* Niimura et al.，1990，sp. nov.（木聚糖兼性芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Ep01 = JCM 7361。**★16S rRNA 基因序列号：**D82065。**★种名释意：***xylanus* 为木聚糖之意，故其中文名称为木聚糖兼性芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *xylanus*，pertaining to xylan）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $Ep01^T$ 是从草地和水稻的混合物中分离得到的。**★形态特征：**细胞通过周生鞭毛运动或不运动。葡萄糖琼脂上厌氧或好氧条件下培养形成的菌落呈圆形、平滑、凸形、白色。革兰氏染色弱阳性。**★生理特性：**生长温度是 25～45℃，但在 50℃条件下不能生长；3% NaCl 浓度能生长，在 6% NaCl 浓度时菌株不能生长。**★生化特性：**硝酸钠不能被还原。不产 H_2S 和吲哚。不能利用柠檬酸盐。不能水解明胶。能利用 D-木糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-葡萄糖、D-果糖、七叶苷、水杨苷、麦芽糖、蔗糖、纤维二糖、海藻糖、果胶、可溶性淀粉、木聚糖。木糖在需氧下发酵成乙酸，在厌氧下发酵成甲酸、乙醇和乙酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 $C_{14:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{14:0}$、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gagagtttga　tcctggctca　ggatgaacgc　tggcggcgtg　cctaatacat　gcaagtcgag
61　cgcgtgaaat　taaacagatc　tcttcggagt　gacgtttaat　ggatcgagcg　gcggatgggt
121　gagtaacacg　tgggcaacct　gcctataaga　ctgggataac　ttacggaaac　gtgagctaat
181　accggataaa　accttntgtc　tcctgacaag　aggataaaag　atggcgcang　ctatcactta

```
241    tagatgggcc  cgcggcgcat  tagctagtng  gtgagataaa  agctcaccaa  ggnaacgatg
301    cgtagccgac  ctgagagggt  gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta
361    cgggaggcag  nagtagggaa  tcttccgcaa  tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg
421    tgaacgaaga  aggtcttcgg  atcgtaaagt  tctgttgtta  gggaagaaca  cgtaccattc
481    gaatagggtg  gtaccttgac  ggtacctaac  gagaaagccc  cggntaacta  cgtgccagca
541    gccgcggtaa  tacgtagggg  gcaagcgttg  tccngnatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca
601    ggcggntctt  taagtctgat  gtgaaatctt  gcggctcaac  cgcaagcggt  cattggaaac
661    tggagaactt  gaggacagaa  gaggagagtn  gnattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag
721    agatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg  actctctggt  ctgtaactga  cgctgaggcg
781    cganagcgtg  ggtagcgaac  aggattagat  accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgag
841    tgctaggtgt  tagggggttt  ccncccctta  gtgctggcgt  taacgcatta  agcactccgc
901    ctggggagta  cggccgcaag  gctgaaactc  aaaagaattg  acgggggaccc gcacaagcgg
961    tggagcatgt  ggtttaattc  gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt  gacatcccgc
1021   tgaccgctat  ggagacatag  ctttcccttc  ggggacagcg  gtgacaggtg  gtgcatggtt
1081   gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgaac
1141   ttagttgnca  gcattcagtt  gggcactcta  agttgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag
1201   gttgggatga  cgtcaaatca  tcatgcccct  tatgacctgg  gctacacacg  tgctacaatg
1261   gatggtacaa  agggctgcga  aaccgcgagg  tggagccant  cccataaaac  cattttcagt
1321   tcggattgta  ggctgcaact  cgcctacatg  aagccggaat  cgctagtaat  cgcggatcag
1381   aatgccgcgg  tgaatacgtt  cccgggtctt  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtt
1441   agcaacaccc
```

七、厌氧芽胞杆菌属（*Anaerobacillus*）

【属特征描述】营养细胞为杆状，单生或成对生长，以周生鞭毛运动或不能运动，芽胞椭圆形，细胞壁结构为革兰氏阳性。化能有机营养型。严格厌氧或耐氧。代谢类型为发酵或厌氧呼吸。嗜中温；严格或中度嗜碱；耐盐或中度嗜盐。过氧化氢酶为阳性。大多数种能水解和利用碳水化合物的多聚物。能还原砷酸盐。具有固氮活性，存在固氮酶 *nifH* 基因。DNA 的 G+C 含量为 36.2 mol%～40 mol%（T_m）。大多数菌株的栖息地为高 pH 环境。**★属名释意：***Anaerobacillus* 中 *an*-为无之意，*aer* 为空气之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为厌氧芽胞杆菌属（Gr. pref. *an*-，not；Gr. n. *aer*，air；L. masc. n. *bacillus*，a rod；N.L. masc. n. *Anaerobacillus*，anaerobic rod）。

247. *Anaerobacillus alkalidiazotrophicus*（嗜碱固氮厌氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-7-1。*Anaerobacillus alkalidiazotrophicus*（Sorokin et al.，2008）Zavarzina et al.，2010，comb. nov.（嗜碱固氮厌氧芽胞杆菌）=*Bacillus alkalidiazotrophicus* Sorokin et al.，2008，sp. nov.。**★模式菌株：**MS 6 = NCCB 100213 = UNIQEM U377。**★16S rRNA 基因序列号：**EU143680。**★种名释意：***alkalidiazotrophicus* 中 *alkali* 为嗜碱之意，*diazotrophicus* 为固氮之意，故其中文名称为嗜碱固氮厌氧芽胞杆菌［N.L. n. *alkali*（from Arabic *al* qaliy），soda ash；N.L. masc. adj. *diazotrophicus*，feeding on dinitrogen；N.L. masc. adj. *alkalidiazotrophicus*，alkaliphile fixing dinitrogen］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MS6[T] 是从蒙古东南部的碱性土样品中分离出来的。**★形态特征：**细胞长杆状［（0.6～1.2）μm ×（3.0～8.0）μm］、边缘呈锥形、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动。**★生理特性：**严格发酵、耐氧厌氧。生长的温度、pH 和 Na^+浓度分别是 15～43℃、7.8～10.6 及 0.1～1.2 mol/L；最适生长温度、pH 和 Na^+浓度分别是 33～35℃、9.5 和 0.2～0.4 mol/L。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能发酵下列化合物：葡萄糖、果糖、麦芽糖、蔗糖、蜜二糖、松三糖、纤维二糖、棉籽糖、海藻糖、甘露醇和乳糖（弱）。能水解和利用淀粉及糖原。能固氮。细胞无细胞色素。硝酸盐不能被还原。**★化学特性：**主要脂肪酸为 $C_{16:0}$、$C_{16:1\omega7c}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{14:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁的肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.1 mol%（T_m）。MS6[T] 菌株中可检测到关键固氮酶基因 *nifH*。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 MS6[T] 是 *Bacillus*（现为 *Anaerobacillus*）的一个成员，与其亲缘关系最近的是 *Bacillus arseniciselenatis* E1H[T]。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctggctcagg  acgaacgctg  gcggcgtgcc  taatacatgc  aagtcgagcg  gaatggattg
61    gagcttgctt  cctaaaactt  agcggcgaac  gggtgagtaa  cacgtgggca  acctgccctg
121   tagactggga  taactccggg  aaaccgaagc  taataccgga  taatctttgg  agcctcatgg
181   ttctaaagta  aaagttgggt  ttacctaaca  ctacaggatg  ggcccgcggc  gcattagcta
241   gttggtaagg  taacggctta  ccaaggcgac  gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgatcgg
301   ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag  ggaatcttcc
361   gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagcg  atgaaggcct  tcgggtcgta
421   aagctctgtt  gttagggaag  aacaagtacc  gttcaaatag  ggcggtacct  tgacggtacc
481   taacgagaaa  gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  ggtggcaagc
541   gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  ctcttaagtc  tgatgtgaaa
601   gcccccggct  caaccgggga  gggtcattgg  aaactgggag  acttgagtgc  agaagaggag
661   agtggaattc  catgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagatatat  ggaggaacac  cagtggcgaa
721   ggcgactctc  tggtctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt
781   agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctag  gtgttagggg  tttcgatgcc
841   cttagtgccg  aagttaacac  attaagcact  ccgcctgggg  agtacgaccg  caaggttgaa
901   actcaaagga  attgacgggg  gcccgcacaa  gcagtggagc  atgtggttta  attcgaagca
961   acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ctttgaccac  tctagagata  gggatttccc
1021  ttcgggggac  aaagtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg
1081  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcattta  gttgggcact
1141  ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc
1201  ccttatgacc  tgggctacac  acgtgctaca  atggatggta  caaagggctg  cgaaaccgcg
1261  aggttgagcc  aatcccataa  agccattctc  agttcggatt  gtaggctgca  actcgcctac
1321  atgaagccgg  aattgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggc
1381  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgtaaca  cccgaagtcg  gtggggtaac
1441  cttttgggag  ccagccgcct  aaggtgggac  aaatgattgg  ggtgaagtcg  taacaaggta
1501  acc
```

248. *Anaerobacillus alkalilacustris*（碱湖厌氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-7-2。*Anaerobacillus alkalilacustris* Zavarzina et al.，2010，sp. nov.（碱

湖厌氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Z-0521 = VKM B-2403 = DSMZ18345。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ675454。**★种名释意：***alkalilacustre* 中 *alkali* 为碱性之意，*lacustris* 为湖之意，故中文名称为碱湖厌氧芽胞杆菌［N.L. n. *alkali*（from Arabic article *al* the；Arabic n. qaliy ashes of saltwort），alkali；N.L. masc. adj. *lacustris*，belonging to a lake；N.L. masc. adj. *alkalilacustris*，intended to mean alkaliphile from lake］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Z-0521^T 是从俄罗斯叶尼塞河区域哈登湖里低矿物质的海底沉积物中分离得到的。**★形态特征：**细胞长杆状［（0.7～1.1）μm ×（3.0～7.0）μm］、边缘呈锥形、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动、严格好氧、嗜碱、形成芽胞、椭圆形。**★生理特性：**生长的温度、pH 和盐浓度分别是 18～40℃、8.5～10.7 及 0～110 g/L；最适生长温度、pH 和盐浓度分别是 30～35℃、9.6～9.7 及 20～30 g/L。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能利用碳水化合物，不能利用肽类、有机酸或醇类。能发酵下列化合物：葡萄糖、海藻糖、蔗糖、纤维二糖、果糖、鼠李糖、木糖、麦芽糖、甘露醇、糊精和糖原。利用下列化合物菌株生长弱：核糖、乳糖、棉籽糖、蜜二糖、山梨醇、N-乙酰-D-葡萄糖胺和支链淀粉。甘露醇提供电子还原磺酸盐、砷酸盐、硒酸盐和亚硒酸钠。能固氮，生长时需要酵母提取物及维生素。**★化学特性：**细胞的主要脂肪酸为 $C_{16:0}$、$C_{16:1\omega7c}$、$C_{15:0}$ 和 $C_{18:1\omega7c}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 36.2 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 Z-0521^T 与 *Bacillus alkalidiazotrophicus* 和 *B. macyae* 的同源性分别为 98.3%和 98.1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gagtttgatc  ctggctcagg  acgaacgctg  gcggcgtgcc  taacacatac  aagtcgagcg
61    gacagttgaa  accttctttc  cgaaaattag  cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtgggcaac
121   ctgccctgta  gactgggata  acttcgggaa  accgaagcta  ataccggata  atctttggaa
181   cctcatggtt  ctaaagtgaa  agttgggttt  acctaacact  acaggatggg  cccgcggcgc
241   attagctagt  tggtaaggta  acggcttacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg
301   gtgatcggcc  acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg
361   aatcttccgc  aatggacgaa  agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgagcgat  gaaggccttc
421   gggtcgtaaa  gctctgttgt  tagggaagaa  caagtaccgt  tcaaataggg  cggtaccttg
481   acggtaccta  acgagaaagc  cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg
541   tggcaagcgt  tgtccggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggtct  cttaagtctg
601   atgtgaaagc  cccggctca   accggggagg  gtcattggaa  actgggagac  ttgagtgcag
661   aagaggagag  tggaattcca  tgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agatatatgg  aggaacacca
721   gtggcgaagg  cgactctctg  gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa
781   acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaggt  gttaggggtt
841   tcgatgccct  tagtgccgaa  gttaacacat  taagcactcc  gcctggggag  tacgaccgca
901   aggttgaaac  tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc  agtggagcat  gtggtttaat
961   tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatcct  tatgacctcc  ctagagatag
1021  ggatttccct  tcggggacat  aagtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt
1081  gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccttga  tcttagttgc  cagcatttag
1141  ttgggcactc  taaggtgact  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat
1201  catcatgccc  cttatgacct  gggctacaca  cgtgctacaa  tggatggtac  aaagggctgc
1261  gagaccgcga  ggttgagcca  atcccataaa  gccattctca  gttcggattg  taggctgcaa
1321  ctcgcctaca  tgaagccgga  attgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg
```

1381　ttcccgggcc　ttgtacacac　cgcccgtcac　accacgagag　tttgtaacac　ccgaagtcgg
1441　tggggtaacc　ttttggagcc　agccgcctaa　ggtgggacag　atgattgggg　tgaagtcgta
1501　acaaggtagc　cgtatc

249. *Anaerobacillus arseniciselenatis*（砷硒厌氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-7-3。*Anaerobacillus arseniciselenatis*（Switzer Blum et al.，2001）Zavarzina et al.，2010，comb. nov.（砷硒厌氧芽胞杆菌）=*Bacillus arseniciselenatis* corrig. Switzer Blum et al.，2001，sp. nov.。**★模式菌株：**E1H = ATCC 700614 = DSM 15340 = KCTC 5192。**★16S rRNA 基因序列号：**AF064705。**★种名释意：***arseniciselenatis* 中 *arsenicum* 为砷之意，*selenas -atis* 为硒之意，故其中文名称为砷硒厌氧芽胞杆菌[L. n. *arsenicum*，arsenic；N.L. n. *selenas -atis*，selenate；N.L. gen. n. *arseniciselenatis*，of arsenic（and）selenate]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $E1H^T$ 是从加利福尼亚莫诺湖的缺氧性沼泽中分离得出的。**★形态特征：**严格厌氧，不运动，形成芽胞，革兰氏阳性，杆状［（0.5～1.0）μm×（3.0～10）μm］。**★生理特性：**中度嗜盐，最适生长的 NaCl 浓度为 60 g/L；中度嗜碱性，最适生长的 pH 为 8.5～10。可利用 Se（VI）（硒）、As（V）（砷）、Fe（III）、硝酸和延胡索酸作为呼吸链的电子受体。**★生化特性：**可利用果糖。可利用乳酸盐、苹果酸盐、果糖、淀粉和柠檬酸盐作为电子供体。**★化学特性：**主要脂肪酸为 $C_{16:0}$、$C_{16:1\omega7c}$、C_{a15} 和 $C_{18:1\omega7c}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.0 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1　agagtttgat　cctggctcag　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ccgtaataca　tgcaagtcga
61　gcggagtttt　aaaagcttgc　ttttaaaact　tagcgcgcgg　acgggtgagt　aacacgtggg
121　caacctgccc　ggtagactgg　gataacttcg　ggaaacccga　agctaatacc　ggataatctt
181　tggaacttca　tggttctaaa　gtaaaagttg　ggtttaccta　acactacggg　atgggcccnc
241　nggcgcatta　gctagttggt　aaggtaacgg　ctctaccaag　gcgacgatgc　gtagccgacc
301　tgagagggtg　atcggccaca　cttgggactg　agacacggcc　cagactccta　cgggaggcag
361　cagtagggaa　tcttccgcaa　tggacgaaag　tctgacggag　caacgccgcg　tgagcgatga
421　aggccttccg　ggtcgtaaag　ctctgttgct　agggaagaac　aagtaccgtt　caaatagggc
481　ggtaccttga　cggtacctag　cgagaaagcc　acggcttaac　tacgtgccag　cagccgcggt
541　aatacgtaag　gtgggcaagc　gttgtccgga　attattgggc　gtaaagcgcg　cgcaggcggt
601　ttcttaagtc　tgatgtgaaa　gcccccggct　caaccngggg　agggtcattg　gaaactggga
661　aacttcgagt　gcagaagagg　agagtggaat　tccatgtgta　gcggtgaaat　gcgtagatat
721　atggaggaac　accagtggcg　aacccgcgac　tctctcggtc　tgtaactcga　ctctagaggc
781　gcgaaagcgt　ggggagcaaa　caggattaga　taccctggta　gtccacgccg　taaacgatga
841　gtgctaggtg　ttgaggggtt　tcngatgccc　ttagtgccga　agttaacaca　ttaagcactc
901　cgcctgggga　gtacgaccgc　aaggttgaaa　ctcaaaggaa　ttgacggggg　cccgcacaag
961　caagtggagc　atgtggttta　attctgaagc　aacgcgaaga　accttcacca　ggtcttgaca
1021　tcctttgacc　actctagaga　tagagctttc　cccttcggac　aaagtgacag　gtggtgcatg
1081　gttgtcgtca　gctcgtgtcg　tgagatgttg　ggttaagtcc　cgcaacgagc　gcaacccttg
1141　atcttagttg　ccagcattta　gttgggcact　ctaaggtgac　tgccggtgac　aaaccggagg
1201　aaggtgggga　tgacgtcaaa　tcatcatgcc　ccttatgacc　tgggctacac　acgtgctaca
1261　atggatggta　caaagagcag　caaaaccgcg　aggtcgagcc　aatctcataa　agccattctc
1321　agttcggatt　gtaggctgca　actcgcctac　atagaagccg　gaattgctag　taatcgcgga

1381　tcagcatgcc　gcggtgaata　cgtcccnggg　ccttgtacac　accgcccgtc　acaccacgag
1441　agtttgtaac　acccgaagtc　ggtggggtaa　ccttttaggg　gccaccgcct　aaggtgggac
1501　agatgattgg　ggtgaagtcg　taacaaggta　acc

八、无氧芽胞杆菌属（*Anoxybacillus*）

【属特征描述】细胞革兰氏阳性，直杆状［（0.4～0.85）μm×（2.5～3.0）μm］，圆末端，通常成对或成链状。芽胞圆形，抗热抗冻，每个细胞只有一个芽胞。严格厌氧或兼性厌氧。嗜碱或耐碱，嗜热。化能有机营养型，具有发酵代谢。DNA 的 G+C 含量约为 42 mol%。模式种为 *Anoxybacillus pushchinoensis*。模式种的主要特征为革兰氏阳性，厌氧，直杆状，细胞唯一、或成对，有时链状，不运动。化能有机营养。中度嗜热。生长温度为 37～65℃，最适 62℃；专性嗜碱，pH 7.0 以下不生长，最适 pH 为 9.5～9.7。最适生长 NaCl 浓度是 1%，最大耐盐性为 3%。碳酸盐是生长必需物。酵母提取物能促进生长，生长底物为葡萄糖、蔗糖、果糖、海藻糖、淀粉，主要发酵产物是水和乙酸，硝酸盐还原为亚硝酸盐，过氧化氢酶反应为阴性，明胶、酪蛋白不能水解。DNA 的 G+C 含量为 42.2 mol%± 0.2 mol%。**★属名释意：***Anoxybacillus* 中 *an* 为无之意，*oxus* 为氧气之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为无氧芽胞杆菌属（Gr. pref. *an*，without；Gr. adj. *oxus*，acid or sour and in combined words indicating oxygen；L. masc. n. *bacillus*，small rod；N.L. masc. n. *Anoxybacillus*，small rod that lives without oxygen）。

250. *Anoxybacillus amylolyticus*（解淀粉无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-1。*Anoxybacillus amylolyticus* Poli et al.，2006，sp. nov.（解淀粉无氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MR3C = ATCC BAA-872 = DSM 15939 = CIP 108338。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ618979。**★种名释意：***amylolyticus* 中 *amulon* 为淀粉之意，*lutikos* 为溶解之意，故其中文名称为解淀粉无氧芽胞杆菌（Gr. n. *amulon*，starch；Gr. adj. *lutikos*，able to dissolve；N.L. masc. adj. *amylolyticus*，starch-dissolving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MR3C^T 是从南极的里特曼山的地热土中分离出来的。**★形态特征：**细胞杆状［0.5 μm×（2.0～2.5）μm］、革兰氏阳性、轻度嗜酸、喜温、兼性厌氧菌、能动、成对或丝状生长，形成芽胞、椭圆形至圆柱形、端生。LB 培养基（61℃）上形成的菌落呈圆形、奶油色、光滑。**★生理特性：**生长温度为 45～65℃，最适温度是 61℃；生长 pH 是 5.0～6.5（最适 pH 5.6）。下列抗生素会抑制菌株的生长：青霉素 G（10 μg）、卡那霉素（5 μg）、氯霉素（10 μg）、泰乐菌素（10 μg）、林可霉素（15 μg）、杆菌肽（10 μg）、庆大霉素（10 μg）、新生霉素（30 μg）、梭链孢酸（10 μg）、链霉素（25 μg）、四环素（30 μg）和氨苄西林（10 μg）。**★生化特性：**添加有 0.06%酵母提取物的培养基中能利用 D-半乳糖、D-海藻糖、D-麦芽糖、棉籽糖和蔗糖。不能利用下列化合物作为碳源：D-葡萄糖、D-乳糖、D-果糖、D-阿拉伯糖、D-纤维二糖、D-甘露糖、D-核糖、D-木糖、L-山梨糖、甘油和乙酸钠。过氧化氢酶为阳性。能水解酪氨酸、马尿酸盐和淀粉。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。不产吲哚，不能水解酪蛋白和明胶。氧化酶和苯丙氨酸脱氨酶反应为阴性。在糖培养基上能产胞外多糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为磷脂酰

乙醇胺、磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、anteiso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{17:0}$、iso-$C_{18:0}$、anteiso-$C_{18:0}$和 $C_{18:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.5 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 MR3C^T 与 *A. voinovskiensis* 和 *A. contaminans* 的同源性分别为 98.2%和 98.1%，与 *A. ayderensis* 和 *A. kestanbolensis* 的同源性分别为 96%和 94%，与 *Geobacillus tepidamans* 的同源性为 97.5%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 MR3C^T 与 *A. voinovskiensis* 和 *A. contaminans* 的关联度分别为 32.8%和 30.7%，与 *G. tepidamans* 的关联度为 30.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gtttgatcct ggctcaggac gaacgctggc ggcgtgccta atacatgcaa gtcgagcgga
61    ccgaatagga gcttgcttct gttcggttag cggcggacgg gtgagtaaca cgtgggcaac
121   ctgcccgtaa gaccgggata acttcgggaa accggagcta ataccggata acaccgaaga
181   ccgcatggtc tttggttgaa aggcggcgca agctgtcact tacggatggg cccgcggcgc
241   attagctagt tggtgaggta acggctcacc aaggcgacga tgcgtagccg acctgagagg
301   gtgatcggcc acactgggac tgagacacgg cccagactcc tacgggaggc agcagtaggg
361   aatcttccgc aatggacgaa agtctgacgg agcaacgccg cgtgagcgaa gaaggtcttc
421   ggattgtaaa gctctgttgt tagggaagaa caagtaccgc agtaactggc ggtaccttga
481   cggtacctaa cgagaaagcc acggctaact acgtgccagc agccgcggta atacgtaggt
541   ggcaagcgtt gtccggaatt attgggcgta aagcgcgcgc aggcggtcct ttaagtctga
601   tgtgaaagcc cacggctcaa ccgtggaggg tcattggaaa ctgggggact tgagtgcaga
661   agaggagagc ggaattccac gtgtagcggt gaaatgcgta gagatgtgga ggaacaccag
721   tggcgaaggc ggctctctgg tctgtaactg acgctgaggc gcgaaagcgt ggggagcaaa
781   caggattaga taccctggta gtccacgccg taaacgatga gtgctaagtg ttagaggggt
841   tacacccttt agtgctgtag ctaacgcatt aagcactccg cctggggagt acgctcgcaa
901   gagtgaaact caaaggaatt gacgggggcc cgcacaagcg gtggagcatg tggtttaatt
961   cgaagcaacg cgaagaacct taccaggtct tgacatccct tgacaaccca agagattggg
1021  cgttcccctt cgggggacaa ggtgacaggt ggtgcatggt tgtcgtcagc tcgtgtcgtg
1081  agatgttggg ttaagtcccg caacgagcgc aacccttgac cttagttgcc agcattcagt
1141  tgggcactct aaggtgactg ccgatgacaa atcggaggaa ggtggggatg acgtcaaatc
1201  atcatgcccc ttatgacctg ggctacacac gtgctacaat gggcggtaca aagggttgca
1261  aacccgcgag gggggagccaa tcccaaaaag ccgctctcag ttcggattgc aggctgcaac
1321  tcgcctgcat gaagccggaa tcgctagtaa tcgcggatca gcatgccgcg gtgaatacgt
1381  tcccgggcct tgtacacacc gcccgtcaca ccacgagagt ttgcaacacc cgaagtcggt
1441  gaggtaaccc ttttgggagc cagccgccga aggtggggca gatgattggg gtgaagtcgt
1501  aacaaggtag ccgtatcgga aggtgcggct ggatcacctc c
```

251. *Anoxybacillus ayderensis*（艾德无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-2。*Anoxybacillus ayderensis* Dulger et al.，2004，sp. nov.（艾德无氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**AB04 = NCCB 100050 = NCIMB 13972。**★16S rRNA 基因序列号：**AF001963。**★种名释意：***ayderensis* 意为模式菌株分离自土耳其艾德温泉，故其中文名称为艾德无氧芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *ayderensis*，pertaining to Ayder，a hot spring in the province of Rize，Turkey，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 AB04T 分离自土耳其艾德温泉土壤。**★形态特征：**细胞杆状（0.55 μm × 4.6 μm）、革兰氏阳性、兼性厌氧、可运动，形成芽胞、球形、端生。菌落直径为 1～2 mm、奶油色、圆形边缘、规则。**★生理特性：**无 NaCl 存在时菌株能生长；最适生长的 NaCl 浓度为 1.5%；NaCl 浓度为 2.5%时菌株不能生长。生长的 pH 是 6.0～11.0，最适生长的 pH 是 7.5～8.5。生长温度是 30～70℃，最适生长的温度是 50℃。有下列化合物时生长受到抑制：氨苄西林（25 μg）、硫酸链霉素（25 μg）、四环素（12.5 μg），庆大霉素（10 μg）和卡那霉素（10 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解淀粉和明胶。能利用下列化合物：D-葡萄糖、D-棉籽糖、D-蔗糖、D-木糖、D-果糖、L-阿拉伯糖、麦芽糖和 D-甘露糖。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。不产吲哚、H_2S 和脲酶。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 54 mol%。16S rRNA 序列比对结果显示，菌株 AB04T 与 *A. gonensis* NCIMB 13933T、*A. flavithermus* DSM 2641T、*A. pushchinoensis* DSM 12423T 的同源性分别为 98%、98%和 97%。DNA-DNA 杂交结果显示，菌株 AB04T 与 *A. flavithermus*、*A. pushchinoensis* 和 *A. gonensis* 的关联度分别为 51.2%、45.1%和 68.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     acgctggcgg  cgtgcctaat  acatgcaagt  cgagcggacg  attcaaaagc  ttgcttttga
61    atcgttagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  tgggcaacct  gccctgtaga  cggggataac
121   accgagaaat  cgggtgctaa  taccggataa  cgcgaaagac  cgcatggttt  ttcgttgaaa
181   ggcggcgcaa  gctgtcgcta  caggatgggc  ccgcggcgca  ttagctagtt  ggtgaggtaa
241   cggctcacca  aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca  cactgggact
301   gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca  atggacgaaa
361   gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgagcgaag  aaggccttcg  ggtcgtgaag  ctctgttgtt
421   agggaagaac  aagtaccgca  gtcgctggcg  gtaccttgac  ggtacctaac  gagaaagcca
481   cggctaatac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggtgg  caagcgttgt  ccggaattat
541   tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggttcctt  aagtctgatg  tgaaagccca  cggctcaacc
601   gtggagggtc  attggaaact  gggggacttg  agtgcagaag  aggagagcgg  aattccaacg
661   tgtagcggtg  aaatgcgtag  agatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg  gctttctggt
721   ctgtaactga  cgctgaggcg  cgaaagcgtg  gggagcaaac  aggattagat  accctggtag
781   tccacgccgt  aaacgatgag  tgctaagtgt  tagagggtat  ccacccttta  gtgctgtagc
841   taacgcatta  agcactccgc  ctggggagta  cgctcgcaag  agtgaaactc  aaaggaattg
901   acgggggccc  gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc  gaagcaacgc  gaagaacctt
961   accaggtctt  gacatcccct  gacaacccga  gagatcgggc  gttccccctt  cgggggggaca
1021  gggtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081  gcaacgagcg  caaccctcga  ccttagttgc  cagcattcag  ttgggcactc  taaggtgact
1141  gccggctaaa  agtcggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct
1201  gggctacaca  cgtgctacaa  tgggcggtac  aaagggttgc  gaacccgcga  gggggagcca
1261  atcccaaaaa  gccgctctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca  tgaagccgga
1321  atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc  ttgtacacac
1381  cgcccgtcac  accacgagag  tttgcaacac  cc
```

252. *Anoxybacillus bogrovensis*（波格洛夫区无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-3。*Anoxybacillus bogrovensis* Atanassova et al.，2008，sp. nov.（波格

洛夫区无氧芽胞杆菌）。★**模式菌株**：BT 13 = DSM 17956 = NBIMCC 8427。★**16S rRNA 基因序列号**：AM409184。★**种名释意**：*bogrovensis* 意为模式菌株分离自保加利亚波格洛夫区，故其中文名称为波格洛夫区无氧芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *bogrovensis*，pertaining to Bogrov region，referring to the place of isolation of the type strain）。

【**种类描述**】★**菌株来源**：菌株 BT 13^T是从靠近保加利亚首都索菲亚的波格洛夫区的地热水中分离得到的。★**形态特征**：细胞杆状［（1.4～4.0）μm ×（0.3～0.6）μm］、革兰氏阳性、中度嗜热、耐碱、兼性厌氧、不动、单独或长链状生长，形成芽胞、椭圆形、端生、胞囊不膨大。PY 琼脂培养基上培养 24 h 后形成的菌落呈浅白色至浅黄色、边缘不规则、高锥面、黏稠。★**生理特性**：菌株生长温度是 40～49℃，最适生长温度是 65℃；生长的 pH 是 6.0～10.0，最适生长 pH 是 8.0；生长的 NaCl 浓度是 0～1.5%，最适生长的 NaCl 浓度是 0.5%。★**生化特性**：V-P 反应为阴性。能水解淀粉和明胶，不能水解酪蛋白。不产 H_2S、吲哚和 3-羟基丁酮。不能降解苯丙氨酸和尿素。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。赖氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶为阴性。β-半乳糖苷酶为阳性。能利用下列碳水化合物：D-葡萄糖、果糖、蔗糖、麦芽糖、纤维二糖、L-鼠李糖、L-阿拉伯糖、蜜二糖、苦杏仁苷、甘露醇、水杨苷、糖原和淀粉。★**化学特性**：主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 44.1 mol%。16S rRNA 序列分析结果表明，菌株 BT 13^T 与 *A. flavithermus*、*A. kamchatkensis* 和 *A. ayderensis* 的同源性分别为 96.8%、96.8%和 96.5%，与 *Anoxybacillus* 其他种的同源性低于 96%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgctcaggac  gaacgctggc  ggcgtgccta  atacatgcaa  gtcgagcgga  cgattcaaaa
61    gcttgctttt  ggatcgttag  cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtgggcaac  ctgcctgtaa
121   gactgggata  acttcgggaa  accgaagcta  ataccggata  agacctttgc  tcgcatgagt
181   gaaggttgaa  agagggtttt  tgctctcact  tacggatggg  cccgcggcgc  attagctagt
241   tggtgaggta  acggctcacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg  gtgatcggcc
301   acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttccgc
361   aatggacgaa  agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgagcgaa  gaaggccttc  gggtcgtaaa
421   gctctgttgt  tagggaagaa  caagtaacgt  agtaactggc  gttacgatga  cggtacctaa
481   cgagaaagcc  acggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggt  ggcaagcgtt
541   gtccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggttcc  ttaagtctga  tgtgaaagcc
601   cacggctcaa  ccgtggaggg  tcattggaaa  ctggggggact  tgagtgcaga  agaggagagc
661   ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc
721   ggctctctgg  tctgtaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcaaa  caggattaga
781   taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaagtg  ttagagggta  tccacccttt
841   agtgctgtag  ctaacgcatt  aagcactccg  cctggggagt  acgctcgcaa  gagtgaaact
901   caaaggaatt  gacgggggcc  cgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt  cgaagcaacg
961   cgaagaacct  taccaggtct  tgacatcccc  tgacaacccg  agagatcggg  cgttcccccct
1021  tcgggggac   agggtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg
1081  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaaccctcg  accttagttg  ccagcattca  gttgggcact
1141  ctaaggtgac  tgccggctaa  aagtcggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc
1201  ccttatgacc  tgggctacac  acgtgctaca  atgggcggta  caaagggtcg  cgaacccgcg
1261  agggggagcc  aatcccaaaa  agccgctctc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc
1321  atgaagccgg  aatcgctagt  a
```

253. *Anoxybacillus caldiproteolyticus*（热解蛋白质无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-4。*Anoxybacillus caldiproteolyticus* Coorevits et al.，2012，sp. nov.（热解蛋白质无氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**R-35652 = ATCC BAA-818 = DSM 15730 = LMG 26209。**★16S rRNA 基因序列号：**FN428698。**★种名释意：***caldiproteolyticus* 中 *caldus* 为热之意，*proteolyticus* 为解蛋白质之意，故其中文名称为热解蛋白质无氧芽胞杆菌（L. adj. *caldus*，hot; N.L. masc. adj. *proteolyticus*，proteolytic; N.L. masc. adj. *caldiproteolyticus*，hot and protein degrading）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DSM 15730^T 是从新加坡水回收厂污水污泥中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状、革兰氏阳性、严格好氧、可运动。在含 5 mg/L $MnSO_4$ 的 NA 培养基上 60℃培养 24 h 后形成芽胞、椭球形、有时圆柱形、次端生或端生、胞囊不膨大。NA 培养基上 60℃培养 24 h 后形成的菌落直径约 5 mm、圆形、边缘光滑、表面发光。**★生理特性：**生长的温度是 37～70℃，最适生长温度是 60℃，生长的 pH 是 5.0～9.0，最适生长 pH 是 6.5～7.0；生长的 NaCl 浓度是 0～0.5%。**★生化特性：**能水解七叶苷、明胶、酪蛋白和淀粉（有时候弱）。过氧化氢酶和氧化酶为阳性。V-P 反应为阳性。不能利用柠檬酸盐。不产 H_2S 和吲哚。不能还原硝酸盐。ONPG 反应为阴性。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶和脲酶为阴性。利用下列化合物产酸不产气：纤维二糖、D-果糖、半乳糖、D-葡萄糖、甘油、糖原、麦芽糖、甘露醇、D-甘露糖、N-乙酰葡萄糖胺、核糖、水杨苷、淀粉、蔗糖、海藻糖、松二糖（弱）和 D-木糖。利用熊果苷产酸可变。利用下列化合物不产酸：核糖醇、苦杏仁苷、D-阿拉伯糖和 L-阿拉伯糖、D-阿糖醇和 L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖和 L-岩藻糖、苦杏仁糖、葡萄糖酸盐、菊糖、2-酮基-D-葡萄糖酸盐和 5-酮基-D-葡萄糖酸盐、乳糖、D-来苏糖、松三糖、蜜二糖、肌醇、甲基 D-葡萄糖苷、甲基 D-甘露糖苷、甲基-D-木糖苷、棉籽糖、鼠李糖、山梨醇、L-山梨糖、D-已酮糖、木糖醇或 L-木糖。**★化学特性：**主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.2 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 DSM 15730^T 与 *Saccharcoccus thermophilus*、*Geobacillus caldoxylosilyticus* 和 *Geobacillus thermoglucosidasius* 的同源性分别为 97.6%、97.5%和 97.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggaccttaaa  aagcttgctt
61    tttaaggtta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  cctgcccgta  agaccgggat
121   aacttcggga  aaccggagct  aataccggat  aacaccgagg  accgcatggt  ccttggttga
181   aaggcggctt  tggctgtcac  ttacggatgg  gcccgcggcg  cattagctag  ttggtgaggt
241   aacggctcac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga
301   ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg  caatggacga
361   aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagcga  agaaggtctt  cggattgtaa  agctctgttg
421   ttagggaaga  agaggtgccg  ttcgaacagg  gcggtaccgt  gacggtacct  aacgagaaag
481   ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  gtggcaagcg  ttgtccggaa
541   ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggtc  tcttaagtct  gatgtgaaag  cccacggctc
601   aaccgtggag  ggtcattgga  aactgggaga  cttgagtgca  gaagaggaga  gcggaattcc
661   acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag  gcggctctct
```

```
721   ggtctgtaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc  gtggggagca  aacaggatta  gataccctgg
781   tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctaag  tgttagaggg  rttatccctt  tagtgctgta
841   gctaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacgctcgca  agagtgaaac  tcaaaggaat
901   tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc
961   ttaccaggtc  ttgacatccc  ctgacaaccc  tagagatagg  gcgttcccct  tcgggggaca
1021  gggtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081  gcaacgagcg  caacccttga  ccttagttgc  cagcattcag  ttgggcactc  taaggtgact
1141  gccgatgaca  aatcggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct
1201  gggctacaca  cgtgctacaa  tgggcggtac  aaagggctgc  gaacccgcga  gggggagcca
1261  atcccaaaaa  gccgctctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca  tgaagccgga
1321  atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc  ttgtacacac
1381  cgcccgtcac  accacgagag  tttgcaacac  ccgaagtcgg  tgaggtaacc  cttacgggag
1441  ccagccgccg  aaggtggggc  aaatgattgg  ggtgaagtcg  taacaaggta  gccgtatcgg
1501  aagg
```

254. *Anoxybacillus calidus*（好温无氧芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-8-5。*Anoxybacillus calidus* Cihan et al.，2014，sp. nov.（好温无氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**C161ab = DSM 25520 = NCIMB 14851。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ430012。**种名释意：***calidus* 为好热之意，故其中文名称为好温无氧芽胞杆菌（ca'li.dus. L. masc. adj. *calidus*，hot，referring to hot habitats）。

【**种类描述**】**★菌株来源：**菌株 C161ab^T 是从土耳其丹尼兹利的克孜勒代尔省 Saraykoy-Buharkent 火力发电厂附近采集的土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状[（0.5～0.7）μm ×（4～13）μm]、呈单个细胞形式存在，革兰氏阳性、具有运动性，好氧或兼性厌氧。菌落直径为 1～3 mm，奶油色、透明、圆形、无黏液、表面光滑、边缘规则圆滑。芽胞椭圆形、末端生或亚末端生、胞囊不膨大。**★生理特性：**嗜热。生长温度为 35～70℃（最适温度为 55℃）、pH 为 6.5～9.0（最适 pH 为 8.0～8.5）、NaCl 浓度为 0～2.5%（最适 0.5%，w/v）。耐硼浓度为 5～70 mmol/L。以下抗生素能抑制生长：万古霉素、杆菌肽、氯霉素、利福平、四环素、青霉素 G、新霉素、卡那霉素和阿奇霉素。新生霉素不能抑制生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阴性，氧化酶为阳性。能利用麦芽糖、D-果糖、D-葡萄糖、乳糖、蔗糖、核糖和 D-甘露醇产酸，不能利用 D-（+）-半乳糖、D-（+）-木糖、D-甘露糖、D-山梨醇、L-阿拉伯糖、棉籽糖、海藻糖产酸。蛋白酶和脂肪酶活性为阴性，淀粉酶、甲基红和淀粉水解为阳性。脲酶、酪蛋白水解、柠檬酸利用、色氨酸脱氨酶、明胶水解、V-P 反应、吲哚和 H_2S 产生、硝酸盐还原和亚硝酸盐还原为阴性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7（96%）和 MK-6（4%）。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（52.2%）、iso-$C_{17:0}$（28.0%）和 $C_{16:0}$（7.4%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.8 mol%。该菌株与 *Anoxybacillus* 种类的 16S rRNA 同源性为 94.6%～96.8%，与其亲缘最相近 *A. rupiensis* DSM 17127^T 和 *A. voinovskiensis* DSM 17075^T 的同源性皆为 96.8%，与 *A. caldiproteolyticus* DSM 15730^T 的同源性为 96.6%；与 *A. rupiensis* 和 *A. voinovskiensis* 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 21.2%和 16.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gcggcgtgcc  taatacatgc  aagtcgagcg  accacaaaga  agcttgcttc  tgagtggtta
61    gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  cctgccctgc  agactgggat  aacttcggga
121   aaccggagct  aataccggat  aacactaaga  accgcatggt  tcttggttga  aagatggctt
181   cggctatcac  tgcaggatgg  gcccgcggcg  cattagctag  ttggtgaggt  aacggctcac
241   caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga  ctgagacacg
301   gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg  caatggacga  aagtctgacg
361   gagcgacgcc  gcgtgagcga  agaaggtctt  cggatcgtaa  agctctgttg  ttagggaaga
421   acaagtaccg  ttcgaatagg  gcggtacctt  gacggtacct  aacgagaaag  ccacggctaa
481   ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  gtggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg
541   taaagcgcgc  gcaggcggtt  ccttaagtct  gatgtgaaag  cccacggctc  aaccgtggag
601   ggtcattgga  aactggggaa  cttgagtgca  gaagaggaga  gcggaattcc  acgtgtagcg
661   gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag  gcggctctct  ggtctgtaac
721   tgacgctgag  gcgcgaaagc  gtggggagca  aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc
781   cgtaaacgat  gagtgctaag  tgttagaggg  tttccaccct  ttagtgctgt  agctaacgca
841   ttaagcactc  cgcctgggga  gtacgctcgc  aagagtgaaa  ctcaaaggaa  ttgacggggg
901   cccgcacaag  cggtggagca  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt
961   cttgacatcc  cctgacaacc  ctagagatag  ggcgttcccc  ttcgggggac  agggtgacag
1021  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc
1081  gcaaccctcg  accttagttg  ccagcattca  gttgggcact  ctaaggtgac  tgccggctaa
1141  aagtcggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac
1201  acgtgctaca  atgggcggta  caaagggttg  cgaagccgcg  aggtggagct  aatcccaaaa
1261  agccgctctc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc  atgaagccgg  aatcgctagt
1321  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggc  cttgtacaca  ccgcccgtca
1381  caccacgaga  gtttgcaaca  cccgaagtcg  gtgaggtaac  ccttaccngg  agccagccgc
1441  cgaagg
```

255. *Anoxybacillus contaminans*（污染无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-6。*Anoxybacillus contaminans* De Clerck et al.，2004，sp. nov.（污染无氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DSM 15866 = LMG 21881。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ551330。**★种名释意：***contaminans* 为污染之意，故中文名称为污染无氧芽胞杆菌（L. masc. part. adj. *contaminans*，polluting，spoiling，contaminating）。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株 DSM 15866^T 分离自法国和比利时等国生产的明胶产品。**★形态特征：**细胞弯曲、末端圆杆状、革兰氏染色可变、兼性厌氧、单生或短链状生长、细胞直径为 0.7～1.0 μm，长度为 4～10 μm，形成芽胞、圆形、次端生或端生、胞囊轻微膨大。TSA 培养基上 40℃培养形成的菌落呈奶油色、边缘规则、凸起、有光泽。菌落直径为 1～2 mm。**★生理特性：**最高生长温度是 50～60℃，最适生长温度是 50℃；最小生长 pH 是 4.0～5.0，最高生长 pH 是 9.0～10.0，最适生长 pH 是 7.0。含 5% NaCl 时生长较弱，含 10% NaCl 时菌株不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。不能水解酪蛋白。API 20E 测试结果表明：能水解明胶，硝酸钠被还原成亚硝酸钠，不产 H_2S、吲哚和脲酶，不能利用柠檬酸盐，不能水解邻硝基苯 β-D-半乳糖苷，精氨酸双水解酶、色氨酸脱氨酶、赖氨酸脱羧酶和鸟氨酸脱羧酶为阴性，V-P 反应为阴性。

API 50CH 测试结果表明：弱水解七叶苷。利用下列碳源产酸（少量）不产气：L-阿拉伯糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、甘油、糖原、麦芽糖、D-甘露糖、D-松三糖、甲基- α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、D-棉籽糖、核糖、淀粉、蔗糖、D-海藻糖、D-松二糖、D-木糖。不能利用下列化合物产酸：核糖醇、D-阿拉伯糖、苦杏仁苷、D-阿糖醇和 L-阿糖醇、熊果苷、D-纤维二糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖和 L-岩藻糖、苦杏仁糖、葡萄糖酸盐、菊糖、2-酮基-D-葡萄糖酸和 5-酮基-D-葡萄糖酸、乳糖、D-来苏糖、甘露醇、D-蜜二糖、肌醇、甲基-α-D-甘露糖、甲基-木糖苷、鼠李糖、水杨苷、山梨醇、L-山梨糖、D-己酮糖、L-木糖或木糖醇。★**化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44.4 mol%。系统发育分析结果表明，菌株 DSM 15866^{T} 与 *Anoxybacillus* 种类的亲缘关系最近，但 16S rRNA 基因序列同源性均<97%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ttagaggttg  atcctggctc  aggacgaacg  ctggcggcgt  gcctaataca  tgcaagtcga
61     gcggaccgaa  aagaagcttg  cttcgattcg  gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg
121    gcaacctgcc  ctgtagacgg  ggataacacc  gagaaatcgg  tgctaatacc  ggataacacg
181    aaakgycgca  tggyctttcg  ttgaaaggcg  gcgcaagctg  tcgctacagg  atgggcccgc
241    ggcgcattag  ctagttggtg  aggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg
301    agagggtgat  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag
361    tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gcgaagaagg
421    tcttcggatt  gtaaagctct  gttgttaggg  aagaacaagt  accgcagtaa  ctggcggtac
481    cttgacggta  cctaacgaga  aagccacggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
541    taggtggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtcctttaag
601    tctgatgtga  aagcccacgg  ctcaaccgtg  gagggtcatt  ggaaactggg  ggacttgagt
661    gcagaagagg  agagcggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac
721    accagtggcg  aaggcggctc  tctggtctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga
781    gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aagtgttaga
841    ggggttacac  cctttagtgc  tgtagctaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacgct
901    cgcaagagtg  aaactcaaag  gaattgacgg  gggcccgcac  aagcggtgga  gcatgtggtt
961    taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcccttgaca  acccaagaga
1021   ttgggcgttc  cccttcgggg  gacaaggtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg
1081   tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgaccttag  ttgccagcat
1141   tgagttgggc  actctaaggt  gactgccgat  gacaaatcgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc
1201   aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatgggcg  gtacaaaggg
1261   ttgcaaaccc  gcgagggggа  gccaatccca  aaaagccgct  ctcagttcgg  attgcaggct
1321   gcaactcgcc  tgcatgaagc  cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa
1381   tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttgca  acacccgaag
1441   tcggtgaggt  aacccttacg  ggagccagcc  gccgaaggtg  gggcagatga  ttggggtgaa
1501   gtcgtaacaa  ggtagccgta  tcggaaggtg  cggctggatc  a
```

256. *Anoxybacillus eryuanensis*（洱源无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-7。*Anoxybacillus eryuanensis* Zhang et al.，2011，sp. nov.（洱源无氧芽胞杆菌）。★**模式菌株：**E-112 = CCTCC AB209236 = KCTC 13720。★**16S rRNA 基因**

序列号：GQ153549。**★种名释意：***eryuanensis* 意为模式菌株分离自我国云南洱源，故其中文名称为洱源无氧芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *eryuanensis*，pertaining to Eryuan，Yunnan Province，south-west China，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 E-112^T 是从我国云南洱源县的温泉分离得到的。**★形态特征：**细胞直杆状［（4.5～4.7）μm×（0.5～0.7）μm］、革兰氏阳性、兼性好氧、嗜热、单生或链状生长，形成芽胞、椭圆形至圆柱形。LB 琼脂上培养的菌落直径为 1.0～2.0 mm、呈奶油色、发光、光滑、边缘波浪状、表面凸起。**★生理特性：**生长温度为 35～70℃，最适生长温度为 55℃；生长的 pH 为 7～11，最适生长 pH 为 8；生长的 NaCl 浓度是 0～3%，最适 NaCl 浓度为 0.5%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解淀粉和明胶。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。能利用葡萄糖、海藻糖、甘露醇、蔗糖、D-果糖、麦芽糖和甘露糖作为唯一碳源和氮源，但不能利用木糖、乳糖、棉籽糖或 L-鼠李糖生长。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.6 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 E-112^T 与 *A. flavithermus* DSM 2641^T、*A. pushchinoensis* K1^T、*A. kamchatkensis* JW/VK-KG4^T 和 *A. ayderensis* AB04^T 的同源性分别为 98.3%、98.2%、97.4%和 97.3%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 E-112^T 与 *A. pushchinoensis* DSM 12423^T、*A. flavithermus* DSM 2641^T、*A. kamchatkensis* DSM 14988^T 和 *A. ayderensis* NCIMB 13972^T 的关联度分别为 37.4%、53.4%、35.9%和 28.7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    gaacgaatca  aaagcttgct  tttgattcgt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc
121   aacctgccct  gtagacgggg  ataacaccga  gaaatcggtg  ctaataccgg  ataacacgaa
181   atgtcgcatg  acgtttcgtt  gaaagacggc  gcaagctgtc  gctacaggat  gggcccgcgg
241   cgcattagct  agttggtgag  gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag
301   agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta
361   gggaatcttc  cgcaatggac  gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagc  gaagaaggcc
421   ttcgggtcgt  aaagctctgt  tgttagggaa  gaacaagtag  cgtagtaact  ggcgttacta
481   tgacggtacc  taacgagaaa  gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta
541   ggtggcaagc  gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  tccttaagtc
601   tgatgtgaaa  gcccacggct  caaccgtgga  gggtcattgg  aaactggggg  acttgagtgc
661   agaagaggag  agcggaattc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac
721   cagtggcgaa  ggcggctctc  tggtctgtaa  ctgacactga  ggcgcgaaag  cgtggggaag
781   caaacaggat  agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctaa  gtggttagag
841   ggtatccacc  ctttagtgct  gtagctacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agacgctcgc
901   aagagtgaaa  ctcaaaagga  attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta
961   attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ccctgacaac  ccaagagatt
1021  gggcgttccc  ccttcggggg  gacagggtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg
1081  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  tcgaccttag  ttgccagcga
1141  gtcaagtcgg  gcactctaag  gtgactgccg  gctaaaagtc  ggaggaaggt  ggggatgacg
1201  tcaaatcatc  atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatggg  cggtacaaag
1261  ggttgcgaac  ccgcgagggg  gagccaatcc  caaaaagccg  ctctcagttc  ggattgcagg
1321  ctgcaactcg  cctgcatgaa  gccggaatcg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg
```

```
1381  aatacgttcc  cgggccttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagtttg  caacacccga
1441  agtcggtgag  gtaaccctta  tgggagccag  ccgccgaagg  tggggcaaat  gattggggtg
1501  aagtcgtaac  aaggtaacc
```

257. *Anoxybacillus flavithermus*（好热黄无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-8。*Anoxybacillus flavithermus*（Heinen et al.，1982）Pikuta et al.，2000，comb. nov.（好热黄无氧芽胞杆菌）= *Bacillus flavithermus* Heinen et al.，1982。**★模式菌株：**d.y. = DSM 2641 = IFO（now NBRC）15317 = LMG 18397。**★16S rRNA 基因序列号：**Z26932。**★种名释意：***flavithermus* 中 *flavus* 为黄色之意，*thermos* 为好热之意，故其中文名称为好热黄无氧芽胞杆菌（L. adj. *flavus*，yellow；Gr. adj. *thermos*，warm；N.L. masc. adj. *flavithermus*，to indicate a yellow thermophilic organism）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 d.y.^{T} 是从新西兰温泉分离出来的。**★形态特征：**细胞杆状［0.85 μm ×（2.3～7.1）μm］、能动、兼性厌氧、革兰氏阳性，形成芽胞、端生。菌落呈圆形、光滑、黄色。**★生理特性：**能在 2.5% NaCl 浓度下生长，不能在 3% NaCl 浓度下生长。最适生长 pH 为 6～9，pH 为 5 时不能生长。生长温度为 30～72℃、最适为 60℃（好氧）和 65℃（厌氧）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解淀粉，不能水解明胶。能在蛋白胨–酵母提取物培养基上生长。V-P 反应、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、色氨酸脱羧酶和 ONPG 反应为阳性。硝酸盐还原反应为阴性。脲酶和鸟氨酸脱羧酶为阴性。不产吲哚和 H_2S。能利用葡萄糖、甘露糖、麦芽糖、蔗糖、阿拉伯糖、鼠李糖和山梨醇。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 41.6 mol%（HPLC）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctcnggacga  acgctgncgg  cgtgcctaat  acatgcaagt  cgagcggacg  aatcgaaagc
61    ttgcttttga  ttcgttagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  tgggcaacct  gccctgtaga
121   cggggataac  accgagaaat  cggtgctaat  accggataac  acgaaatgtc  gcatgacgtt
181   tcgttgaaag  gcggcgcaag  ctgtcgctac  aggatgggcc  cgcggcgcat  tagctagttg
241   gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt  gatcggccac
301   actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  tcttccgcaa
361   tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagcgaaga  aggccttcgg  gtcgtaaagc
421   tctgttgtta  gggaagaaca  agtagcgtag  taactggcgt  taccttgacg  gtacctaacg
481   agaaagccac  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggtgg  caagcgttgt
541   ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggntcctt  aagtctgatg  tgaaagccca
601   cggctcaacc  gtggagggtc  attggaaact  gggggacttg  agtgcagaag  aggagagcgg
661   aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaggcgg
721   ctctctggtc  tgtaactgac  gctgaggcgc  gaaagcgtgg  ggagcaaaca  ggattagata
781   ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgagt  gctaagtgtt  agagggtatc  cacccttag
841   tgctgtagct  aacgcattaa  gcactccgcc  tggggagtac  gctcgcaaga  gtgaaactca
901   aaggaattga  cgggggcccg  cacaagcggt  ggagcatgtg  gtttaattcg  aagcaacgcg
961   aagaacctta  ccaggtcttg  acatcccctg  acaacccgag  agatcgggcg  ttcccccttc
1021  gggggacag   ggtgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg
1081  ttaagtcccg  caacgagcgc  aaccctcgac  cttagttgcc  agcattcagt  tgggcactct
```

1141　aaggtgactg　ccggctaaaa　gtcggaggaa　ggtggggatg　acgtcaaatc　atcatgcccc
1201　ttatgacctg　ggctacacac　gtgctacaat　gggcggtaca　aagggttgcg　aacccgcgag
1261　ggggagccaa　tcccaaaaag　ccgctctcag　ttcggattgc　aggctgcaac　tcgcctgcat
1321　gaagccggaa　tcgctagtaa　tcgcggatca　gcatgccgcg　gtgaatacgt　tcccgggcct
1381　tgtacacacc　gcccgtcaca　ccacgagagt　ttgcaacacc　cgangtcggt　gaggtaaccc
1441　ttacgggagc　cagccgccga　aggtggggca　aatgattggg　gtgaagtcgt　aacaaggtag
1501　ccgtatcgga　aggtgcggct　ggat

258. *Anoxybacillus gonensis*（格嫩泉无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-9。*Anoxybacillus gonensis* Belduz et al.，2003，sp. nov.（格嫩泉无氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**G2 = NCCB 100040 = NCIMB 13933。**★16S rRNA 基因序列号：**AY122325。**★种名释意：**种名中 *gonensis* 意为模式菌株分离自土耳其格嫩温泉，故其中文名称为格嫩泉无氧芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *gonensis*，pertaining to Gonen，a hot spring in the province of Balikesir，Turkey，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $G2^T$ 是从土耳其 Balikesir 省的格嫩温泉中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状（0.75 μm × 5.0 μm）、革兰氏阳性、兼性厌氧、可运动，形成芽胞、球形、端生。菌落呈奶油色、粗糙。**★生理特性：**生长温度是 40～70℃，最适生长温度是 55～60℃；生长 pH 是 6.0～10.0，最适生长 pH 是 7.5～8.0。**★生化特性：**过氧化氢酶为弱阳性，氧化酶为阳性。能水解淀粉和明胶。能利用葡萄糖、糖原、棉籽糖、蔗糖、木糖、果糖和甘露醇生长。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。不产脲酶、吲哚和 H_2S。**★化学特性：**主要脂肪酸为 $C_{16:0}$（33.4%）和 iso-$C_{15:0}$（14.5%），还包括 $C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、$C_{14:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{17:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{14:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 57 mol%。16S rRNA 基因序列分析显示，菌株 $G2^T$ 与 *A. flavithermus* DSM 2641^T 的同源性大于 97%，与 *A. pushchinoensis* DSM 12423^T、*Saccharococcus caldoxylosilyticus* DSM 12041^T 和 *A. acidocaldarius* 的同源性分别为 96%、93%和 86%。DNA-DNA 杂交分析结果显示，菌株 $G2^T$ 与 *A. flavithermus* 的关联度为 53.4%，与 *A. pushchinoensis* 的关联度为 45%。16S rRNA 基因序列如下。

1　ggacgaacgc　tggcggcgtg　cctaatacat　gcaagtcgag　cggacgattc　aaaagcttgc
61　ttttggatcg　ttagcggcgg　acgggtgagt　aacacgtggg　caacctgccc　tgtagacggg
121　gataacaccg　agaaatcggt　gctaataccg　gataatacgg　aaggccgcat　ggtctttcgt
181　tgaaaggcgg　cgcaagctgt　cgctacagga　tgggcccgcg　gcgcattagc　tagttggtga
241　ggtaacggct　caccaaggcg　acgatgcgta　gccgacctga　gagggtgatc　ggccacactg
301　ggactgagac　acggcccaga　ctcctacggg　aggcagcagt　agggaatctt　ccgcaatgga
361　cgaaagtctg　acggagcaac　gccgcgtgag　cgaagaaggc　cttcgggtcg　taaagctctg
421　ttgttaggga　agaacaagta　ccgcagtcac　tggcggtacc　ttgacggtac　ctaacgagga
481　agccacggct　aactacgtgc　cagcagccgc　ggtaatacgt　aggtggcaag　cgttgtccgg
541　aattattggg　cgtaaagcgc　gcgcaggcgg　ttccttaagt　ctgatgtgaa　agcccacggc
601　tcaacccgtg　gagggtcatt　ggaaactggg　ggacttgagt　gcagaaaaag　agagcggaat
661　tccacgtgta　gcggtgaaat　gccttaaaga　tgtggaggaa　caccagtggc　gaaggcggct
721　tttttggtct　gtaactgacg　ctgaggcgcg　aaagcgtggg　gagcaaacag　gattagatac

781　cctggtagtc　cacgccgtaa　acgatgagtg　ctaagtgtta　gagggtatcc　accctttagt
841　gctgtagcta　acgcattaag　cactccgcct　ggggagtacg　ctcgcaagag　tgaaactcaa
901　aggaattgac　gggggcccgc　acaagcggtg　gagcatgtgg　tttaattcga　agcaacgcga
961　agaaccttac　caggtcttga　catcccctga　caacccgaga　gatcgggcgt　tcccccttc
1021　ggggggacag　ggtgacaggt　ggtgcatggt　tgacgtcagc　tcgtgtcgtg　agatgttggg
1081　ttaagtcccg　caacgagcgc　aaccctcgac　cttagttgcc　agcattcagt　tgggcactct
1141　aaggtgactg　ccggctaaaa　gtcggaggaa　ggtggggatg　acgtcaaatc　atcatgcccc
1201　ttatgacctg　ggctacacac　gtgctacaat　gggcggtaca　aagggtcgcg　aacccgcgag
1261　ggggagccaa　tcccaaaaag　ccgctctcag　ttcggattgc　aggctgcaac　tcgcctgcat
1321　gaagccggaa　tcgctagtaa　tcgcggatca　gcatgccgcg　gtgaatacgt　tcccgggcct
1381　tg

259. *Anoxybacillus kamchatkensis*（堪察加无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-10。*Anoxybacillus kamchatkensis* Kevbrin et al.，2006，sp. nov.（堪察加无氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JW/VK-KG4 = ATCC BAA-549 = DSM 14988。**★16S rRNA 基因序列号：**AF510985。**★种名释意：***kamchatkensis* 为堪察加之意，故其中文名称为堪察加无氧芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *kamchatkensis*，pertaining to Kamchatka peninsula，Far East Russia）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JW/VK-KG4^T 是从俄罗斯堪察加 Geyser 谷肥沃土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞直杆状［（2.5～8.8）μm ×1.0 μm］、革兰氏阳性、兼性好氧、耐碱、中度嗜热、单生或成对生长、以周生鞭毛运动，形成芽胞、圆形、端生。有氧条件生成的菌落呈点状、透明浅黄色、边缘呈圆形；无氧条件生成的菌落呈白色、不透明、边缘呈圆形、表面平坦。**★生理特性：**生长温度是 38～64℃，最适生长温度是 60℃；生长 pH 是 5.7～9.9，最适生长 pH 是 6.8～8.5。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阴性。有氧条件下能利用下列化合物生长：核糖、葡萄糖、果糖、半乳糖、甘露醇、麦芽糖、海藻糖、蔗糖、丙酮酸、酵母提取物、蛋白胨、胰蛋白胨、酪蛋白氨基酸和果胶。无氧条件下能利用下列化合物生长：葡萄糖、果糖、甘露醇、麦芽糖、海藻糖、蔗糖和酵母提取物。不能水解淀粉和明胶。无氧条件下葡萄糖发酵的主要产物为乳酸，次要产物包括乙酸盐、甲酸盐和乙醇。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42 mol%～43 mol%。16S rRNA 序列比对分析结果显示，菌株 JW/VK-KG4^T 与 *A. pushchinoens* K1^T、*A. flavithermus* DSM 2641^T、*A. gonensis* G2^T、*A. ayderensis* 和 *A. kestanbolensis* 的同源性分别为 97.7%、98.7%、98.0%、99.2%和 97.6%。16S rRNA 基因序列如下。

1　agagtttgat　cctggctcag　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc
61　ggacgattca　aaagcttgtt　tttggatcgt　tagcggcgga　cgggtgagta　acacgtgggc
121　aacctgccct　gtagacgggg　ataacaccga　gaaatcggtg　ctaataccgg　ataacacgaa
181　agaccgcatg　gtctttcgtt　gaaaggcggc　gcaagctgtc　gctacaggat　gggcccgcgg
241　cgcattagct　agttggtgag　gtaatggctc　accaaggcga　cgatgcgtag　ccgacctgag
301　agggtgatcg　gccacactgg　gactgagaca　cggcccagac　tcctacggga　ggcagcagta
361　gggaatcttc　cgcaatggac　gaaagtctga　cggagcaacg　ccgcgtgagc　gaagaaggcc
421　ttcgggtcgt　aaagctctgt　tgttagggaa　gaacaagtac　cgcagtcact　ggcggtacct

```
481   tgacggtacc  taacgagaaa  gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta
541   ggtggcaagc  gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  tccttaagtc
601   tgatgtgaaa  gcccacggct  caaccgtgga  gggtcattgg  aaactggggg  acttgagtgc
661   agaagaggag  agcggagttc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac
721   cagtggcgaa  ggcggctctc  tggtctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc
781   aaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctaa  gtgttagagg
841   gtatccaccc  tttagtgctg  tagctaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacgctcg
901   caagagtgaa  actcaaagga  attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggctta
961   attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ccctgacaac  ccgagagatc
1021  gggcgttccc  ccttcggggg  gacagggtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg
1081  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  tcgaccttag  ttgccagcat
1141  tcagttgggc  actctaaggt  gactgccggc  taaaagtcgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc
1201  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatgggcg  gtacaaaggg
1261  tcgcgaaccc  gcgagggggа  gccaatccca  aaaagccgct  ctcagttcgg  attgcaggct
1321  gcaactcgcc  tgcatgaagc  cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa
1381  tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttgca  acacccgaag
1441  tcggtgaggt  aacccttacg  ggagccagcc  gccgaaggtg  gggcaaatga  ttggggtgaa
1501  gtcgtaacaa  ggtagccgta  tcggaaggtg  cggctggatc  acctcctt
```

260. *Anoxybacillus kaynarcensis*（凯纳尔贾无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-11。*Anoxybacillus kaynarcensis* Inan et al.，2013，sp. nov.（凯纳尔贾无氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**D1021 = DSM21706 = LMG 25303。**★16S rRNA 基因序列号：**EU926955。**★种名释意：***kaynarcensis* 意为模式菌株分离自土耳其凯纳尔贾，故其中文名称为凯纳尔贾无氧芽胞杆菌（kay.nar.cen′sis. N.L. masc. adj. *kaynarcensis*，pertaining to Kaynarca region，refer to the place of isolation of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $D1021^T$ 是从土耳其伊兹密尔省的萨卡里亚凯纳尔贾区热泉中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.75）μm ×（3.0～4.0）μm］、中度嗜热、革兰氏阳性、形成芽胞、杆状、运动性。NA 培养基上培养 2 d 后，菌落大小为 1～2 mm，边缘规则、光滑、圆形、奶油色。芽胞椭圆形、亚末端生或中生、胞囊膨大。**★生理特性：**生长温度为 35～75℃（最适 60℃）；pH 为 6.0～10.0（最适为 7.0）。无盐和 4%（w/v）NaCl 时可生长，5%（w/v）NaCl 时不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阴性。不能水解酪蛋白和淀粉，能水解明胶。硝酸盐还原和 V-P 反应为阳性，产吲哚、柠檬酸利用和脲酶为阴性。产碱性木聚糖酶。以下碳源不能被吸收利用：葡萄糖、麦芽糖、七叶苷、蜜二糖、核糖、蔗糖、海藻糖、木糖、帕拉金糖、水杨苷和阿拉伯糖。能利用以下碳源：半乳糖、苦杏仁苷、山梨醇、菊糖、N-乙酰葡萄糖胺、支链淀粉、己酮糖、阿拉伯醇、甘露醇、棉籽糖、肌醇、淀粉和鼠李糖。能利用大部分碳源生长，包括核糖、木糖、葡萄糖、麦芽糖、蔗糖、阿拉伯糖和蜜二糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（57.46%）和 iso-$C_{17:0}$（13.98%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.9 mol%。该菌株与 *Anoxybacillus* 种类的 16S rRNA 同源性为 94.7%～98.7%，与 *Anoxybacillus* 种类的 DNA-DNA 杂交关联度低于 70%。16S rRNA 基

因序列如下。

1	attctagagt	ttgatcatgg	ctcaggacga	acgctggcgg	cgtgcctaat	acatgcaagt
61	cgagcggacg	attcaaaagc	ttgcttttga	atcgttagcg	gcggacgggt	gagtaacacg
121	tgggcaacct	gccctgtaga	cggggataac	accgagaaat	cggtgctaat	accggataat
181	acgaaaggtc	gcatgatgtt	tcgttgaaag	acggcgcaag	ctgccgctac	aggatgggcc
241	cgcggcgcat	tagctagttg	gtgaggtaac	ggctcaccaa	ggcgacgatg	cgtagccgac
301	ctgagagggt	gatcggccac	actgggactg	agacacggcc	cagactccta	cgggaggcag
361	cagtagggaa	tcttccgcaa	tggacgaaag	tctgacggag	caacgccgcg	tgagcgaaga
421	aggccttcgg	gtcgtaaagc	tctgttgtta	gggaagaaca	agtaacgtag	taactggcgt
481	tactgtgacg	gtacctaacg	agaaagccac	ggctaactac	gtgccagcag	ccgcggtaat
541	acgtaggtgg	caagcgttgt	ccggaattat	tgggggtaaa	gcgcgcgcag	gcggttcctt
601	aagtctgatg	tgaaagccca	cggctcaacc	gtggagggtc	attggaaact	gggggacttg
661	agtgcagaag	aggagagtgg	aattccacgt	gtagcggtga	aatgcgtaga	gatgtggagg
721	aacaccagtg	gcgaaggcgg	ctctctggtc	tgtaactgac	gctgaggcgc	gaaagcgtgg
781	ggagcaaaca	ggattagata	ccctggtagt	ccacgccgta	aacgatgagt	gctaagtgtt
841	agagggtatc	cacccttag	tgctgtagct	aacgcattaa	gcactccgcc	tggggagtac
901	gctcgcaaga	gtgaaactca	aaggaattga	cgggggcccg	cacaagcggt	ggagcatgtg
961	gtttaattcg	aagcaacgcg	aagaacctta	ccaggtcttg	acatcccctg	acaacccgag
1021	agatcgggcg	ttccccttc	gggggacag	ggtgacaggt	ggtgcatggt	tgtcgtcagc
1081	tcgtgtcgtg	agatgttggg	ttaagtcccg	caacgagcgc	aaccctcgac	cttagttgcc
1141	agcattcagt	tgggcactct	aaggtgactg	ccggctaaaa	gtcggaggaa	ggtggggatg
1201	acgtcaaatc	atcatgcccc	ttatgacctg	ggctacacac	gtgctacaat	gggcggtaca
1261	aagggtcgcg	aacccgcgag	ggggagccaa	tcccaaaaag	ccgctctcag	ttcggattgc
1321	aggctgcaac	tcgcctgcat	gaagccggaa	tcgctagtaa	tcgcggatca	gcatgccgcg
1381	gtgaatacgt	tcccgggcct	tgtacacacc	gcccgtcaca	cggtaccata	

261. *Anoxybacillus kestanbolensis*（凯斯坦波尔泉无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-12。*Anoxybacillus kestanbolensis* Dulger et al.，2004，sp. nov.（凯斯坦波尔泉无氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**K4 = NCCB 100051 = NCIMB 13971。**★16S rRNA 基因序列号：**AY248711。**★种名释意：***kestanbolensis* 意为模式菌株分离自土耳其凯斯坦波尔，故其中文名称为凯斯坦波尔泉无氧芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *kestanbolensis*，pertaining to Kestanbol，Turkey，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 K4^T 是从土耳其的凯斯坦波尔温泉中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状（0.65 μm × 4.75μm）、革兰氏阳性、能动，形成芽胞、椭圆形、球形。菌落直径为 1～2.5 mm、奶油色、圆形边缘、规则。**★生理特性：**无 NaCl 存在时菌株能生长；最适生长 NaCl 浓度为 2.5%；NaCl 浓度为 4%时菌株不能生长。生长的 pH 是 6.0～10.5，最适生长 pH 是 7.5～8.5。生长温度是 40～70℃，最适生长温度是 50～55℃。下列化合物对菌株的生长有抑制作用：氨苄西林（25 μg）、硫酸链霉素（25 μg）、四环素（12.5 μg）、庆大霉素（10 μg）和卡那霉素（10 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解淀粉，不能水解明胶。能利用 D-甘露醇、D-葡萄糖、D-果糖、麦芽糖、D-甘露糖、D-棉籽糖和 D-蔗糖。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。不产脲酶、吲哚和

H_2S。★**化学特性**：主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（68.62%）。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 50 mol%。16S rRNA 序列比对结果显示，菌株 K4^T 与 *A. flavithermus* DSM 2641^T 的同源性为 97%，与 *A. gonensis* NCIMB 13933^T 和 *A. pushchinoensis* DSM 12423^T 的同源性大于 96%。DNA-DNA 杂交结果显示菌株 K4^T 与 *A. flavithermus* DSM 2641^T 的关联度为 60.4%，与 *A. pushchinoensis* 的关联度为 42.9%。16S rRNA 基因序列如下。

1 ggacgaacgc tggcggcgtg cctaatacac gcaagtcgag cggacgaatt gaaagcttgc
61 ttttgattcg ttagcggcgg acgggtgagt aacacgtggg caacctgccc tgtagacggg
121 gataacaccg agaaatcggt gctaataccg gataacacga aatgccgcat gacgtttcgt
181 tgaaagacgg cgcaagctgt cgctacagga tgggcccgcg gcgcattagc tagttggtga
241 ggtaacggct caccaaggcg acgatgcgta gccgacctga gagggtgatc ggccacactg
301 ggactgagac acggcccaga ctcctacggg aggcagcagt agggaatctt ccgcaatgga
361 cgaaagtctg acggagcaac gccgcgtgag cgaagaagcc ttcgggtcgt aaagctctgt
421 tgttagggaa gaacaagtaa cgcagtaact ggcgttaccg tgacggtacc taacgagaaa
481 gccacggtta actacgtgcc agcagccgcg gtaatacgta ggtggcaagc gttgtccgga
541 attattgggc gtaaagcgcg cccaggcggt tcttaagtct gatgtgaaag ccacggttca
601 accgtggagg gtcattggaa acttggggga cttgagtgca aaaaaggaaa gcggaattcc
661 cgttgtagcg gtgaaatgcg taaagatgtg aaggaacacc agtggcgaag gcggctcttt
721 tggtctgtaa ctgacgctga ggcgcgaaag cgtgggagca aacaggatta gataccctgg
781 tagtccacgc cgtaaacgat gagtgctaag tgttagaggg tatccaccct ttagtgctgt
841 agctaacgca ttaagcactc cgcctgggga gtacgctcgc aagagtgaaa ctcaaaggaa
901 ttgacggggg cccgcacaag cggtggagca tgtggtttaa ttcgaagcaa cgcgaagaac
961 cttaccaggt cttgacatcc cctgacaacc cgagagatcg ggcgttcccc cttcgggggg
1021 acagggtgac aggtggtgca tggttgtcgt cagctcgtgt cgtgagatgt tgggttaagt
1081 cccgcaacga gcgcaaccct cgaccttagt tgccagcatt cagttgggca ctctaaggtg
1141 actgccgact aaaagtcgga ggaaggtggg gatgacgtca aatcatcatg ccccttatga
1201 cctgggctac acacgtgcta caatgggcgg tacaaagggt tgcgaacccg cgagggggag
1261 ccaatcccaa aaagccgctc tcagttcgga ttgcaggctg caactcgcct gcatgaagcc
1321 ggaatcgcta gtaatcgcgg atcatcatgc cgcggtgaat acgttcccgg gccttg

262. *Anoxybacillus mongoliensis*（蒙古无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-13。*Anoxybacillus mongoliensis* Namsaraev et al.，2011，sp. nov.（蒙古无氧芽胞杆菌）。★**模式菌株**：T4 = DSM 19169 = VKM B-2407。★**16S rRNA 基因序列号**：EF654664。★**种名释意**：*mongoliensis* 意为模式菌株分离自蒙古国，故其中文名称为蒙古芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *mongoliensis*，of or belonging to Mongolia，the country of isolation）。

【种类描述】★**菌株来源**：菌株 T4^T 是从蒙古国的臣赫尔碱性温泉（80℃，pH 9.8）中分离得到的。★**形态特征**：细胞杆状［（2.1～5.5）μm×（0.4～0.8）μm］、革兰氏阳性、中度嗜热、耐碱、兼性厌氧、运动能力弱、有周生鞭毛、单生或长链状生长，形成芽胞、圆形、端生、胞囊轻微膨大。固体培养基上 55℃培养形成的菌落直径为 1～3 mm、呈浅白色-黄色、边缘不规则。★**生理特性**：生长的最高温度为 70～75℃，最适生长温度为 60℃，生长的最低温度为 35～30℃；生长的最低 pH 为 5.0～5.5，最高 pH 为 10.5～10.8，

最适生长 pH 为 8.0；生长的 NaCl 浓度为 0～5%（w/v），最适 NaCl 浓度为 0.2%～0.5%，浓度超过 6%时菌株则不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解淀粉、明胶和酪蛋白。不产吲哚、H_2S 和脲酶。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。有氧条件下能利用下列化合物：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、D-果糖、L-鼠李糖、蔗糖、D-棉籽糖、D-纤维二糖、甘露醇、肌醇、乙酸盐、丙酮酸、乳酸盐、谷氨酸盐、酵母提取物、蛋白胨、胰蛋白酶和酪蛋白氨基酸。无氧条件下能利用葡萄糖和蔗糖。有氧条件下不能利用下列化合物：D-半乳糖、D-甘露糖、山梨醇、麦芽糖、乳糖、甘油和乙醇酸。无氧条件下不能利用下列化合物：D-核糖、L-鼠李糖、丙酮酸、乳酸、谷氨酸、淀粉、酵母提取物、蛋白胨、胰蛋白胨和酪蛋白氨基酸。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 $T4^T$ 与 *A. pushchinoensis* $K1^T$、*A. flavithermus* DSM 2641^T、*A. ayderensis* $AB04^T$、*A. kamchatkensis* W/$VKKG4^T$、*A. kestanbolensis* $K4^T$、*A. gonensis* $G2^T$、*A. contaminans* DSM 15866^T、*A. bogrovensis* BT 13^T、*A. amylolyticus* $MR3C^T$、*A. voinovskiensis* $TH13^T$、*A. rupiensis* $R270^T$ 的同源性分别为 99%、99.4%、98.6%、98.4%、98.2%、98.0%、97.1%、96.6%、95.9%、95.8%和 95.7%。DNA-DNA 杂交结果显示：菌株 $T4^T$ 与 *A. flavithermus* 和 *A. pushchinoensis* 的关联度分别为 38%和 28%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg  agcggacgaa  tcaaaagctt  gcttttgatt
61    cgttagcggc  ggacgggtga  gtaacacgtg  ggcaacctgc  cctgtagacg  ggataacac
121   cgagaaatcg  gtgctaatac  cggataacac  gaaatgtcgc  atgacgtttc  gttgaaagac
181   ggcgcaagct  gtcgctacag  gatgggcccg  cggcgcatta  gctagttggt  gaggtaacgg
241   ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag
301   acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc
361   tgacggagca  acgccgcgtg  agcgaagaag  gccttcgggt  cgtaaagctc  tgttgttagg
421   gaagaacaag  tagcgtagta  actggcgtta  ccttgacggt  acctaacgag  aaagccacgg
481   ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtaggtggca  agcgttgtcc  ggaattattg
541   ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggttccttaa  gtctgatgtg  aaagcccacg  gctcaaccgt
601   ggagggtcat  tggaaactgg  gggacttgag  tgcagaagag  gagagcggaa  ttccacgtgt
661   agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcggct  ctctggtctg
721   taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc  ctggtagtcc
781   acgccgtaaa  cgatgagtgc  taagtgttag  agggtatcca  ccctttagtg  ctgtagctaa
841   cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgc  tcgcaagagt  gaaactcaaa  ggaattgacg
901   ggggcccgca  caagcggtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc
961   aggtcttgac  atcccctgac  aacccgagag  attgggcgtt  ccccttcgg  ggggacaggg
1021  tgacaggtgg  tgcatggttg  tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgggtt  aagtcccgca
1081  acgagcgcaa  ccctcgacct  tagttgccag  cgagtcaagt  cgggcactct  aaggtgactg
1141  ccggctaaaa  gtcggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccc  ttatgacctg
1201  ggctacacac  gtgctacaat  gggcggtaca  aagggttgcg  aacccgcgag  ggggagccaa
1261  tcccaaaaag  ccgctctcag  ttcggattgc  aggctgcaac  tcgcctgcat  gaagccggaa
1321  tcgctagtaa  tcgcggatca  gcatgccgcg  gtgacatacg  ttcccgggcc  ttgtacacac
1381  cgcccgtcac  accacgagag  tttgcaacac  ccgaagtcgg  tgaggtmacc  cttacgggag
1441  ccagccgccg  aa
```

263. *Anoxybacillus pushchinoensis*（普希诺无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-14。*Anoxybacillus pushchinoensis* corrig. Pikuta et al.，2000，sp. nov.（普希诺无氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**K1 = ATCC 700785 = DSM 12423 = VKM B-2193。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ010478。**★种名释意：***pushchinoensis* 意为模式菌株分离自俄罗斯莫斯科附近的普希诺研究中心，故其中文名称为普希诺无氧芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *pushchinoensis*，pertaining to Pushchino，a research center near Moscow，Russia，where the organism was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $K1^{T}$ 是从 pH 6～8 的肥料样本中分离得到的。**★形态特征：**细胞直杆状、革兰氏阳性、不运动、形成芽胞。**★生理特性：**严格厌氧、耐碱、中度嗜热。生长温度为 37～66℃，最适生长温度为 62℃；生长 pH 为 8～10.5，最适生长 pH 为 9.5～9.7。**★生化特性：**能利用 D-葡萄糖、蔗糖、D-果糖、D-海藻糖和淀粉作为碳源。生长需要维生素，酵母膏能调节其生长。葡萄糖最主要的代谢产物为氢气和乙酸盐。过氧化氢酶为阴性。硝酸钠能被还原成亚硝酸钠。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$、$C_{18:0}$、$C_{14:0}$ 和 $C_{12:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.2 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gaatcgaaag  cttgcttttg  aatcgttact  gctggacggg  tagtaacacg  tgggcaacct
61    gccctgtaga  cggggataac  accgagaaat  cggtgctaat  accggataac  acgaaatgtc
121   gcatgacgtt  tcgttgaaag  gcggcgcaag  ctgccgctac  aggatgggcc  cgcggcgcat
181   tagctagttg  gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
241   gatcggccac  actgggacta  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat
301   cttccgcaat  ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagcgaagaa  ggccttcggg
361   tcgtaaagct  ctgttgttag  ggaagaacaa  gtaacgtagt  aactggcgtt  actatgacgg
421   tacctaacga  gaaagccacg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtaggtggc
481   aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggttcctta  agtctgatgt
541   gaaagcccac  ggctcaaccg  tggagggtca  ttggaaactg  ggggacttga  gtgcagaaga
601   ggagacggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tcgtagagat  gtggaggaac  accagtggcg
661   aaggcggctc  tctggtctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcaaacagga
721   ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aagtgttaga  gggtatccac
781   cctttagtgc  tgtagctaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacgct  cgcaagagtg
841   aaactcaaag  gaattgacgg  gggcccgcac  aagcggtgga  gcatgtggtt  taattcgaag
901   caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcccctgaca  acccgagaga  tcgggcgttc
961   ccccttcggg  gggacagggt  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga
1021  tgttgggtta  agtcccgcaa  cgagcgcaac  cctcgacctt  agttgccagc  gagtcaagtc
1081  gggcactcta  aggtgactgc  cggctaaaag  tcggaggaag  gtggggatga  cgtcaaatca
1141  tcatgcccct  tatgacctgg  gctacacacg  tgctacaatg  ggcggtacaa  agggttgcga
1201  acccgcgagg  gggagccaat  cccaaaaagc  cgtctcagtt  cggattgcag  gctgcaactc
1261  gccttcatga  agccggaatc  gctagtaatc  gcggatcagc  atgccgcggt  gaatacgttc
1321  ccgggccttg  tacacacc
```

264. *Anoxybacillus rupiensis*（努比盆地无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-15。*Anoxybacillus rupiensis* Derekova et al.，2008，sp. nov.（努比盆地无氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**R270 = DSM 17127 = NBIMCC 8387。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ879076。**★种名释意：***rupiensis* 为努比盆地之意，故其中文名称为努比盆地无氧芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *rupiensis*，pertaining to Rupi Bassin，referring to the place of isolation of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 R270^T 是从保加利亚努比盆地温泉中分离得到的。**★形态特征：**细胞长杆状［（3.3～7.0）μm ×（0.7～1.5）μm］、能动、嗜热、单生或链状生长、革兰氏阳性，形成芽胞、椭圆形、圆柱形、端生。蛋白胨–酵母提取物平板上培养的菌落直径约 5 mm、颜色发白、边缘不规则。**★生理特性：**生长的温度是 35～67℃，最适生长温度是 55℃；生长的 pH 是 5.5～8.5，最适生长 pH 是 6.0～6.5。**★生化特性：**菌株能利用核糖、木糖、果糖、葡萄糖和麦芽糖生长，不能利用半乳糖、L-鼠李糖、棉籽糖、蔗糖和乳糖生长。能水解淀粉和木聚糖，不能水解水杨苷、菊糖和果胶；能水解酪蛋白，不能水解明胶和橄榄油。不能利用柠檬酸盐。苯丙氨酸不能脱氨，不能降解酪氨酸，不产吲哚，V-P 和甲基红反应为阴性。过氧化氢酶为阳性。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.7 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 R270^T 与 *A. beppuensis* AAB243446 和 *Geobacillus tepidamans* AY563003 的同源性分别为 100%和 96.8%。DNA-DNA 杂交结果显示 R270^T 与它亲缘关系最近的种 *Geobacillus tepidamans* 的关联度仅为 32%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggaccgaata  gaagcttgct
61     tctgtttggt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctgcccg  taagacgggg
121    ataacttcgg  gaaaccggag  ctaatacccg  ataaccctga  agaccgcatg  gtctttagtt
181    gaaaggcggc  ttcggctgtc  acttacggat  gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtgag
241    gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg
301    gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac
361    gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagc  gaagaaggtc  ttcggattgt  aaagctctgt
421    tgttagggaa  gaacaagtat  ggttcgaata  gggccgtacc  ttgacggtac  ctaacgagaa
481    agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttgtccgg
541    aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  ttccttaagt  ctgatgtgaa  agcccacggc
601    tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactgggg  gacttgagtg  cagaagagga  gagcggaatt
661    ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcggctct
721    ctggtctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781    ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttagag  ggtatccacc  ctttagtgct
841    gtagctaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacgctc  gcaagagtga  aactcaaagg
901    aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961    accttaccag  gtcttgacat  cccctgacac  cccgagagat  cgggcgttcc  ccttcggggg
1021   acagggtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt
1081   cccgcaacga  gcgcaacccc  ttgaycttag  ttgcagcatt  gagttgggca  ctctaaggtg
1141   actgccgatg  acaaatcgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga
```

1201	cctgggctac	acacgtgcta	caatgggcgg	tacaaagggt	tgcgaacccg	cgagggggag
1261	ccaatcccaa	aaagccgctc	tcagttcgga	ttgcaggctg	caactcgcct	gcatgaagcc
1321	ggaatcgcta	gtaatcgcgg	atcagcatgc	cgcggtgaat	acgttcccgg	gccttgtaca
1381	caccgcccgt	cacaccacga	gagtttgcaa	cacccgaagt	cggtggggta	acccttacgg
1441	gagccagccg	ccgaaggtgg	ggcagatgat	tggggtgaag	tcgtaacaag	gtagccgtat
1501	cggaaggtgc	ggctggac				

265. *Anoxybacillus salavatliensis*（萨拉瓦蒂尼无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-16。*Anoxybacillus salavatliensis* Cihan et al.，2011，sp. nov.（萨拉瓦蒂尼无氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**A343 = DSM 22626 = NCIMB 14579。**★16S rRNA 基因序列号：**EU326496。**★种名释意：***salavatliensis* 意为模式菌株分离自土耳其萨拉瓦蒂尼，故中文名称为萨拉瓦蒂尼无氧芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *salavatliensis*，of or belonging to Salavatli，a locality in Aydin Province of Turkey，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $A343^T$ 是从土耳其 Aydin 省萨拉瓦蒂尼的油井沉积物分离得到的。**★形态特征：**中度嗜热，革兰氏阳性，杆状，形成芽胞，能运动，兼性厌氧的产 α-葡萄糖苷菌。**★生理特性：**它生长的温度为 37～69℃，最适温度为 60℃。生长的 pH 为 5.5～9.5，最适 pH 为 8～9，盐浓度为 0～4.5%（w/v），最适盐浓度为 2%。对下列抗生素敏感：万古霉素（30 μg）、杆菌肽（10 μg）、氯霉素（30 μg）、利福平（30 μg）、四环素（30 μg）、青霉素 G（10 μg）、新霉素（30 μg）、新生霉素（30 μg）、卡那霉素（30 μg）和阿奇霉素（15 μg）。**★生化特性：**能利用凝胶和淀粉。淀粉酶测定、过氧化氢酶和氧化酶活性均为阳性，能降解硝酸盐成亚硝酸盐。由 D-（+）-半乳糖、蔗糖、D-甘露醇和 D-甘露糖产酸，但不能由乳糖、D-（+）-木糖、D-山梨醇、L-阿拉伯糖和棉籽糖产酸。能水解明胶和淀粉，不能水解尿素、酪蛋白、柠檬酸、酪氨酸和吐温 80。硝酸盐还原为亚硝酸盐，但不产 N_2。不产吲哚和 H_2S。甲基红和 V-P 反应为阴性。能大量分泌热稳定的外切-α-1，4-葡萄糖苷酶。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7，细胞的主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**基因组 DNA 的 G+C 含量为 45.1 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果显示，菌株 $A343^T$ 与 *Anoxybacillus* 种类之间的 16S rRNA 基因序列同源性在 95.8%～99.4%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 $A343^T$ 与它亲缘关系最近的 *A. kamchatkensis* 的关联度仅为 49.7%。16S rRNA 基因序列如下。

1	acgattcaaa	gcttgctttt	ggatcgttag	cggcggacgg	gtgagtaaca	cgtgggcaac
61	ctgccctgta	gacggggnat	aacaccgaga	aatcggtgct	aataccggat	aacacgaaag
121	accgcatggt	ctttcgttga	aaggcggcgc	aagctgtcgc	tacaggatgg	gcccgcggcg
181	cattagctag	ttggtgaggt	aacggctcac	caaggcgaca	atgcgtagcc	gacctgagag
241	ggtgatcggc	cacactggga	ctgagacacg	gcccaaactc	ctacgggagg	cagcagtagg
301	gaatcttccg	caatggacga	aagtctgacg	gagcaacgcc	gcgtgagcga	aaaaggcctt
361	cgggtcgtaa	agctctgttg	ttagggaaaa	acaagtaccg	cagtcactgg	cggtaccttg
421	acggtaccta	acgagaaagc	cacggctaac	tacgtgccag	cagccgcggt	aatacgtagg
481	tggcaagcgt	tgtccggaat	tattgggcgt	aaagcgcgcg	caggcggttc	cttaagtctg
541	atgtgaaagc	ccacggctca	accgtggagg	gtcattggaa	actgggggac	ttgagtgcag
601	aagaggagag	cggaattcca	cgtgtagcgg	tgaaatgcgt	agagatgtgg	aggaacacca

661	gtggcgaagg	cggctctctg	gtctgtaact	gacgctgagg	ccgcgaaagc	gtggggagca
721	aacaggatta	gatacctggt	agtccacgcc	gtaaacgatg	agtgctaagt	gttagagggt
781	atccaccctt	tagtgctgta	gctaacgcat	taagcactcc	gcctggggag	tacgctcgca
841	agagtgaaac	tcaaaggaat	tgacgggggc	ccgcacaagc	ggtggagcat	gtggtttaat
901	tcgaagcaac	gcgaagaacc	ttaccaggtc	ttgacatccc	ctgacaaccc	gagagatcgg
961	gcgttccccc	ttcgggggga	cagggtgaca	ggtggtgcat	ggttgtcgtc	agctcgtgtc
1021	gtgagatgtt	gggttaagtc	ccgcaacgag	cgcaaccctc	gaccttagtt	gccagcattc
1081	agttgggcac	tctaaggtga	ctgccggcta	aaagtcggag	gaaggtgggg	atgacgtcaa
1141	atcatcatgc	cccttatgac	ctgggctaca	cacgtgctac	aatgggcggt	acaaagggtc
1201	gcgaacccgc	gagggggagc	caatcccaaa	aagccgctct	cagttcggat	tgcaggctgc
1261	aactcgcctg	catgaagccg	gaatcgctag	taatcgcgga	tcagcatgcc	gcggtgaata
1321	cgttcccggg	ccttgtacac	accgcccgtc	acaccacgag	agtttgcaac	acccgaagtc
1381	ggtgaggtaa	ccctacg				

266. *Anoxybacillus suryakundensis*（日神池无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-17。*Anoxybacillus suryakundensis* Deep et al.，2013，sp. nov.（日神池无氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JS1 = DSM 27374 = LMG 27616 = JCM19211。**★16S rRNA 基因序列号：**KC958552。**种名释意：***suryakundensis* 意为模式菌株分离自印度日神池，故其中文名称为日神池无氧芽胞杆菌（sur.ya.kund.en′sis. N. L. masc. adj. *suryakundensis* pertaining to Suryakund in Jharkhand，India，the geographical origin of isolation of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $JS1^T$ 是从印度贾坎德邦的日神池温泉中分离得到的。**★形态特征：**细胞不能运动，直杆状［（1～4）μm ×（0.3～0.8）μm］，单个或成对形式存在。革兰氏阳性，芽胞圆形，中生或末端生，胞囊轻微膨大。TSA 培养基上好氧生长，菌落直径为 1～2 mm、浅黄色、圆形、表明粗糙、边缘不整齐。**★生理特性：**中度嗜热和耐碱。生长条件为 40～60℃（最适 55℃）和 pH 5.5～11.5（最适 pH 7.5），能耐受浓度为 3.5%的 NaCl。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。甲基红反应为阳性。能水解明胶、淀粉、七叶苷和 DNA。不能还原硝酸盐。赖氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶、精氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶为阴性，不产 H_2S 和吲哚。V-P 反应、ONPG 水解和脲酶为阴性。能由葡萄糖、蔗糖、果糖、海藻糖、柠檬酸盐和阿拉伯糖产酸。**★化学特性：**细胞壁的糖类为葡萄糖，特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸成分为 iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:1\omega9c}$ 和 iso-$C_{17:0}$。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂酰胆碱、磷脂酰单甲基乙醇胺和 4 种未知脂类。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.1 mol %。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 $JS1^T$ 与下列种类的亲缘关系较近：*A. flavithermus* subsp. *yunnanensis*（99.30%）、*A. mongoliensis*（99.23%）、*A. eryuanensis*（99.16%）、*A. flavithermus* subsp. *flavithermus*（98.74%）、*A. tengchongensis*（98.54%）、*A. pushchinoensis*（98.51%）、*A. thermarum*（97.91%）、*A. kaynarcensis*（97.82%）、*A. ayderensis* 和 *A. kamchatkensis*（97.77%）、*A. salavatliensis*（97.63%）、*A. kestanbolensis*（97.55%）、*A. contaminans*（97.48%）、*A. gonensis*（97.27%）和 *A. voinovskiensis*（97.17%）。但菌株 $JS1^T$ 与这些种类的 DNA-DNA 杂交关联度均低于 70%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     atacatgcag tcgagcggat caatcagaag cttgcttcta tttggttagc ggcggacggg
61    tgagtaacac gtgggcaacc tgccctgtag acggggataa caccgagaaa tcggtgctaa
121   taccggataa cacgaaatgt cgcatgacgt ttcgttgaaa gacggcgcaa gctgtcgcta
181   caggatgggc ccgcggcgca ttagctagtt ggtgaggtaa cggctcacca aggcgacgat
241   gcgtagccga cctgagaggg tgatcggcca cactgggact gagacacggc ccagactcct
301   acgggaggca gcagtaggga atcttccgca atggacgaaa gtctgacgga gcaacgccgc
361   gtgagcgaag aaggccttcg ggtcgtaaag ctctgttgtt agggaagaac aagtagcgca
421   gtaactggcg ttactgtgac ggtacctaac gagaaagcca cggctaacta cgtgccagca
481   gccgcggtaa tacgtaggtg gcaagcgttg tccggaatta ttgggcgtaa agcgcgcgca
541   ggcggttcct taagtctgat gtgaaagccc acggctcaac cgtggagggt cattggaaac
601   tgggggactt gagtgcagaa gaggagagcg gaattccacg tgtagcggtg aaatgcgtag
661   agatgtggag gaacaccagt ggcgaaggcg gctctctggt ctgtaactga cgctgaggcg
721   cgaaagcgtg gggagcaaac aggattagat accctggtag tccacgccgt aaacgatgag
781   tgctaagtgt tagagggtat ccaccccttta gtgctgtagc taacgcatta agcactccgc
841   ctggggagta cgctcgcaag agtgaaactc aaaggaattg acgggggccc gcacaagcgg
901   tggagcatgt ggtttaattc gaagcaacgc gaagaacctt accaggtctt gacatcccct
961   gacaacccaa gagattgggc gttcccccctt cgggggggaca gggtgacagg tggtgcatgg
1021  ttgtcgtcag ctcgtgtcgt gagatgttgg gttaagtccc gcaacgagcg caaccctcga
1081  ccttagttgc cagcgagtca agtcgggcac tctaaggtga ctgccggcta aaagtcggag
1141  gaaggtgggg atgacgtcaa atcatcatgc cccttatgac ctgggctaca cacgtgctac
1201  aatgggcggt acaaagggtt gcgaacccgc gagggggagc caatcccaaa aagccgctct
1261  cagttcggat tgcaggctgc aactcgcctg catgaagccg gaatcgctag taatcgcgga
1321  tcagcatgcc gcggtgaata cgttcccggg ccttgtacac accgcccgtc acaccacgag
1381  agtttgcaac acccgaagtc ggtgaggtaa cccttacggg agccagccgc cgaag
```

267. *Anoxybacillus tengchongensis*（腾冲无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-18。*Anoxybacillus tengchongensis* Zhang et al.，2011，sp. nov.（腾冲无氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**T-11 = CCTCC AB209237 = KCTC 13721。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ438370。**★种名释意：***tengchongensis* 意为模式菌株分离自我国云南腾冲，故其中文名称为腾冲无氧芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *tengchongensis*，pertaining to Tengchong，Yunnan Province，south-west China，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 T-11^T 是从我国云南省腾冲县温泉分离得到的。**★形态特征：**细胞弯曲杆状［（4.5～5.5）μm×（0.6～1.2）μm］、革兰氏阳性、兼性好氧、嗜热、单生或链状生长，形成芽胞、椭圆形或柱形。菌落直径为 1.0～2.5 mm、呈奶油色、光滑、圆形边缘。**★生理特性：**生长温度为 30～75℃，最适生长温度为 50℃；pH 为 7～11，最适生长 pH 为 8.5；NaCl 浓度是 0～4%，最适 NaCl 浓度为 1.5%。对氯霉素敏感，但耐氨苄西林、四环素、庆大霉素、链霉素和羧苄西林。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解淀粉和明胶。能利用葡萄糖、海藻糖、D-甘露糖、蔗糖、D-果糖、麦芽糖和 D-甘露醇生长，不能利用木糖、乳糖、棉籽糖或 L-鼠李糖生长。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.1 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 T-11^T

与 *A. flavithermus* DSM 2641^{T}、*A. pushchinoensis* DSM 12423^{T}、*A. kamchatkensis* JW/VK-KG4^{T} 和 *A. ayderensis* AB04^{T} 的同源性分别为 98.2%、98.3%、97.6%和 97.4%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 T-11^{T} 与 *A. pushchinoensis* DSM 12423^{T}、*A. flavithermus* DSM 2641^{T}、*A. kamchatkensis* DSM 14988^{T} 和 *A. ayderensis* NCIMB 13972^{T} 的关联度分别为 30.2%、33.6%、41.7%和 60.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    ggacgaatta  aaagcttgct  tttgattcgt  tagtggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc
121   aacctgccct  gtagacgggg  ataacaccga  gaaatcgatg  ctaataccgg  ataacacgga
181   atgtcgcatg  acgcttcgtt  gaaaggcggc  gcaagctgtc  gctacaggat  gggcccgcgg
241   cgcattagct  agttggtgag  gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag
301   agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta
361   gggaaccttc  cgcaatggac  gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagc  gaagaaggcc
421   ttcgggtcgt  aaagctctgt  tgttagggaa  gaacaagtaa  cgcagtaact  ggcgttacta
481   tgacggtacc  taacgagaaa  gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta
541   ggtggcaagc  gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  tccttaagtc
601   tgatgtgaaa  gcccacggct  caaccgtgga  gggtcattgg  aaactggggg  acttgagtgc
661   agaagaggag  agcggaattc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac
721   cagtggcgaa  ggcggctctc  tggtctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc
781   aaacagatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gaggtgctaa  gtgttagagg
841   gtatccaccc  tttagtgctg  tagctaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacgctcg
901   caagagtgaa  actcaaagga  attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta
961   attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ccttgacaac  ccgagagatc
1021  gggcgttccc  ccttcggggg  gacagggtga  caggtggtgc  acggttgtcg  tcagctcgtg
1081  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  tcgaccttag  ttgccagcga
1141  gtcaagtcgg  gcactctaag  gtgactgccg  gctaaaagtc  ggaggaaggt  ggggatgacg
1201  tcaaatcatc  atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatggc  cggtacaaag
1261  ggttgcgaac  ccgcgagggg  gagccaatcc  caaaaagccg  ctctcagttc  ggattgcagg
1321  ctgcaactcg  cctgcatgaa  gccggaatcg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg
1381  aatacgttcc  cgggccttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagtttg  caacacccga
1441  agtcggtgag  gtaaccctta  cgggagccag  ccgccgaagg  tggggcaaat  gattggggtg
1501  aagtcgtaac  aaggtaacc
```

268. *Anoxybacillus tepidamans*（喜微温无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-19。*Anoxybacillus tepidamans*（Schäffer et al.，2004）Coorevits et al.，2012，comb. nov.（喜微温无氧芽胞杆菌）= *Bacillus tepidamans* Schäffer et al.，2004。**★模式菌株：**LMG 26208 = GS5-97 = R-35643 = ATCC BAA-942 = DSM 16325。**★16S rRNA 基因序列号：**FN428691。**★种名释意：***tepidamans* 中 *tepidus* 为微温之意，*amans* 为喜好之意，故其中文名称为喜微温无氧芽胞杆菌［L. adj. *tepidus*，moderately warm，lukewarm；L. part. adj. *amans*，loving；N.L. part. adj. *tepidamans*，lowing warm（conditions）］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 LMG 26208^{T} 是从奥地利甜菜糖厂分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（3.0～5.0）μm ×（0.9～1.2）μm］、兼性厌氧、革兰氏阳性，形成芽

胞、椭球形、端生、胞囊膨大。NA 培养基上 60℃培养 24 h 后形成的菌落直径约 0.5 mm、呈圆形、边缘光滑、不透明、白色、表面发光。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 40～65℃、6～9 和 0～2%；最适的生长温度是 55℃，在 pH 为 5 时菌株不能生长。**★生化特性：**能水解七叶苷和淀粉，不能水解酪蛋白。过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。ONPG 水解和 V-P 反应为阳性，不能利用柠檬酸盐，不产 H_2S 和吲哚，不能还原硝酸盐，不能水解明胶。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨和脲酶为阴性。利用下列化合物产酸不产气：苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、熊果苷、纤维二糖、D-果糖、半乳糖、苦杏仁糖、D-葡萄糖、甘油、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、肌醇、甲基 D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、棉籽糖、核糖（弱）、水杨苷、淀粉、蔗糖、海藻糖、松二糖和 D-木糖。不能利用下列化合物产酸：核糖醇、D-阿拉伯糖、D-阿糖醇和 L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖和 L-岩藻糖、葡萄糖酸盐、糖原、菊糖、2-酮基-D-葡萄糖酸盐和 5-酮基-D-葡萄糖酸盐、D-来苏糖、甘露醇、甲基 D-甘露糖苷、甲基木糖苷、鼠李糖、山梨醇、L-山梨糖、D-己酮糖、L-木糖和木糖醇。**★化学特性：**主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰胆碱。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.2 mol%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 GS5-97^T 与 *Geobacillus caldoxylosilyticus* DSM 12041^T 的关联度为 34.3%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggaccgaatg  gaagcttgct
61     tctgtttggt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctgcccg  taagaccggg
121    ataacttcgg  gaaaccggag  ctaataccgg  ataacaccga  agaccgcatg  gtctttggtt
181    gaaaggcggc  attagctgtc  acttacggat  gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtgag
241    gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg
301    gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac
361    gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagc  gaagaaggtc  ttcggattgt  aaagctctgt
421    tgttagggaa  gaacaagtgc  tgttcgaaga  gggcggcacc  gtgacggtac  ctaacgagaa
481    agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttgtccgg
541    aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  tcctttaagt  ctgatgtgaa  agcccacggc
601    tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactgggg  gacttgagtg  cagaagaggg  gagcggaatt
661    ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcggctct
721    ctggtctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781    ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttagag  ggtttaatcc  ctttagtgct
841    gtagctaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacgctc  gcaagagtga  aactcaaagg
901    aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961    accttaccag  gtcttgacat  cccctgacaa  cccgagagat  cgggggttcc  ccttcggggg
1021   acagggtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt
1081   cccgcaacga  gcgcaaccct  tgrccttagt  tgccagcatt  gagttgggca  ctctaaggtg
1141   actgccgatg  acaaatcgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga
1201   cctgggctac  acacgtgcta  caatgggcgg  tacaaagggc  tgcgaacccg  cgaggggggag
1261   cgaatcccaa  aaagccgctc  tcagttcgga  ttgcaggctg  caactcgcct  gcatgaagcc
1321   ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg  gccttgtaca
1381   caccgcccgt  cacaccacga  gagtttgcaa  cacccgaagt  cggtgaggta  acccttacgg
```

1441	gagccagccg	ccgaaggtgg	ggcaaatgat	tggggtgaag	tcgtaacaag	gtagccgtat
1501	cggaagg					

269. *Anoxybacillus thermarum*（温泉无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-20。*Anoxybacillus thermarum* Poli et al.，2011，sp. nov.（温泉无氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**AF/04 = ATCC-BAA 1156 = DSM 17141。**★16S rRNA 基因序列号：**AM402982。**★种名释意：***thermarum* 意为温泉之意，故其中文名称为温泉无氧芽胞杆菌（ L. gen. pl. n. *thermarum*，of warm springs）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 AF/04^T 是从意大利帕多瓦阿巴诺 Euganean 温泉热泥中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状 [（0.3～0.5）μm ×（3.0～3.5）μm]、革兰氏阳性、好氧、能动，形成芽胞、端生、椭圆形至圆柱形。菌落通常为黄色、光滑、圆形。**★生理特性：**生长温度和 pH 分别是 55～67℃和 6.0～7.5；最适生长温度和 pH 分别是 65℃和 7.2。下列抗生素抑制菌株的生长：新霉素（30 μg）、红霉素（30 μg）、青霉素 G（10 U）、氯霉素（50 μg）、卡那霉素（30 μg）、氨苄西林（25 μg）、庆大霉素（30 μg）、新生霉素（30 μg）、杆菌肽（10 U）、林可霉素（15 μg）、夫西地酸（10 μg）、链霉素（25 μg）和四环素（30 μg）。对溶菌酶敏感。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解马尿酸和酪氨酸，不能水解淀粉、酪蛋白、明胶和吐温 60。不能还原硝酸盐，不产吲哚，苯丙氨酸脱氨酶为阴性。α-葡萄糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶为阳性。能以麦芽糖、海藻糖和乙酸钠为唯一碳源。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为磷脂酰乙醇胺、二棕榈酰-3-甘油磷酸和二磷脂酰甘油。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.5 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 AF/04^T 与 *A. flavithermus*、*A. kamchatkensis*、*A. ayderensis*、*A. gonensis*、*A. pushchinoensis* 和 *A. rupiensis* 的同源性分别为 99.4%、99.3%、99.0%、98.3%、98.0%和 95.0%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 AF/04^T 与 *A. flavithermus*、*A. kamchatkensis*、*A. ayderensis*、*A. gonensis* 和 *A. pushchinoensis* 的关联度分别为 35.8%、9.5%、12.3%、8.8%和 9.2%。16S rRNA 基因序列如下。

1	agtttgatcc	tggctcagga	cgaacgctgg	cggcgtgcct	aatacatgca	agtcgagcgg
61	acgattcaaa	agcttgcttt	tgaatcgtta	gcggcggacg	ggtgagtaac	acgtgggcaa
121	cctgccctgt	agacggggat	aacaccgaga	aatcggtgct	aataccggat	aacacgaaag
181	atcgcatgat	ctttcgttga	aaggcggcgc	aagctgtcgc	tacaggatgg	gcccgcggcg
241	cattagctag	ttggtgaggt	aacggctcac	caaggcgacg	atgcgtagcc	gacctgagag
301	ggtgatcggc	cacactggga	ctgagacacg	gcccagactc	ctacgggagg	cagcagtagg
361	gaatcttccg	caatggacga	aagtctgacg	gagcaacgcc	gcgtgagcga	ggaaggcctt
421	cgggtcgtaa	agctctgttg	ttagggaaga	acaagtaccg	cagtcactgg	cggtaccttg
481	acggtaccta	acgagaaagc	cacggctaac	tacgtgccag	cagccgcggt	aatacgtagg
541	tggcaagcgt	tgtccggaat	tattgggcgt	aaagcgcgcg	caggcggttc	cttaagtctg
601	atgtgaaagc	ccacggctca	accgtggagg	gtcattggaa	actgggggac	ttgagtgcag
661	aagaggagag	cggaattcca	cgtgtagcgg	tgaaatgcgt	agagatgtgg	aggaacacca
721	gtggcgaagg	cggctctctg	gtctgtaact	gacgctgagg	cgcgaaagcg	tggggagcaa
781	acaggattag	ataccctggt	agtccacgcc	gtaaacgatg	agtgctaagt	gttagagggt

841	atccaccctt	tagtgctgta	gctaacgcat	taagcactcc	gcctggggag	tacgctcgca
901	agagtgaaac	tcaaaggaat	tgacgggggc	ccgcacaagc	ggtggagcat	gtggtttaat
961	tcgaagcaac	gcgaagaacc	ttaccaggtc	ttgacatccc	ctgacaaccc	gagagatcgg
1021	gcgttccccc	ttcgggggga	cagggtgaca	ggtggtgcat	ggttgtcgtc	agctcgtgtc
1081	gtgagatgtt	gggttaagtc	ccgcaacgag	cgcaaccctc	gaccttagtt	gccagcattc

270. *Anoxybacillus vitaminiphilus*（嗜维生素无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-21。*Anoxybacillus vitaminiphilus* Zhang et al.，2013，sp. nov.（嗜维生素无氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**3nP4 = CGMCC 1.8979 = JCM 16594。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ474084。**★种名释意：***vitaminiphilus* 中 *vitaminum* 为维生素之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜维生素无氧芽胞杆菌（vi.ta.mi.ni'phi.lus. N.L. n. *vitaminum*，vitamin；N.L. masc. adj. *philus*（from Gr. masc.adj. *philos*），friend，loving；N.L. masc. adj. *vitaminiphilus*，vitamin-loving，referring to the vitamin requirements）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $3nP4^T$ 是从我国西南热带地区普格县的温泉中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.8～1.0）μm ×（2.5～7.5）μm］，严格好氧，革兰氏阳性，能运动。芽胞椭圆形、末端生、胞囊不膨大。**★生理特性：**该菌株的生长条件为 38～66℃（最适 57～60℃）、pH 6.0～9.3（最适 pH 7.0～7.5）及 0～4% NaCl（最适 0～0.5%）。对氨苄西林（10 μg），杆菌肽（0.04 U），羧苄西林（100 μg），氯霉素（30 μg），红霉素（15 μg），庆大霉素（10 μg），卡那霉素（30 μg），林可霉素（2 μg），萘啶酸（30 μg），新霉素（30 μg），新生霉素（30 μg），苯唑西林（1 μg），青霉素 G（10 U），链霉素硫酸盐（10 μg），四环素（30 μg）和万古霉素（30 μg）具有敏感性。极端依赖嗜维生素混合物或酵母提取物方能生长。**★生化特性：**甲基红、V-P 反应、柠檬酸利用、产吲哚、苯丙氨酸脱氨基、酪氨酸降解反应为阴性。能水解七叶苷、DNA、马尿酸盐、吐温 40 和吐温 60，但不能水解酪蛋白、明胶、牛奶、果胶、淀粉、吐温 20、吐温 80 和木聚糖。过氧化氢酶、氧化酶、ONPG、产 H_2S 和硝酸盐还原为阳性。能利用 D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-来苏糖、麦芽糖、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、蔗糖、海藻糖、D-木糖、甘油、肌醇、甘露醇、水杨苷、乙酸盐、富马酸盐、葡萄糖酸盐、苹果酸盐、丙酸盐、丙酮酸盐、琥珀酸盐、L-天冬酰胺、L-天冬氨酸、L-谷氨酸和 L-谷氨酰胺，但不能利用 D-阿拉伯糖、纤维二糖、乳糖、L-鼠李糖、核糖、L-山梨糖、核糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、甲酸盐、山梨醇、木糖醇、柠檬酸、L-精氨酸、L-赖氨酸、L-甲硫氨酸、L-苯丙氨酸、L-脯氨酸或 L-丝氨酸。能利用下列物质产酸：D-果糖、D-葡萄糖、D-来苏糖、麦芽糖、松三糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、D-木糖、甘油、甘露醇和水杨苷。能利用天冬酰胺、谷氨酰胺、酪蛋白氨基酸、蛋白胨、胰蛋白胨、酵母提取物、尿素和硫酸铵作为唯一氮源。**★化学特性：**主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和一种未知磷脂。主要脂肪酸是 iso -$C_{15:0}$ 和 iso -$C_{17:0}$。**★分子特性：**该菌 DNA 的 G+C 含量为 39.2 mol% ± 0.95 mol%（HPLC）。菌株 $3nP4^T$ 与 *A. voinovskiensis* DSM 12111^T 的 16S rRNA 同源性为 97.08%，DNA-DNA 杂交关联度为 9.7%。16S rRNA 基因序列如下。

1	agagtttgat	cctggctcag	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc
61	ggaccaaagg	gagcttgctc	cctgaggtta	gcggcggacg	ggtgagtaac	acgtgggcaa

121 cctgccctgc agaccgggat aacttcggga aaccggagct aataccggat aataccgaaa
181 accgcatggt tttcggttga aaggcggctt tggctgtcac tgcaggatgg gcccgcggcg
241 cattagctag ttggtgaggt aacggctcac caaggcgacg atgcgtagcc gacctgagag
301 ggtgatcggc cacactggga ctgagacacg gcccagactc ctacgggagg cagcagtagg
361 gaatcttccg caatggacga aagtctgacg gagcgacgcc gcgtgagcga agaaggcctt
421 cgggtcgtaa agctctgttg tcagggaaga acaagtaccg ttcgaacagg gcggtacctt
481 gacggtacct gacgagaaag ccacggctaa ctacgtgcca gcagccgcgg taatacgtag
541 gtggcaagcg ttgtccggaa ttattgggcg taaagcgcgc gcaggcggtt ccttaagtct
601 gatgtgaaag cccacggctc aaccgtggag ggtcattgga aactggggaa cttgagtgca
661 gaagaggaga gcggaattcc acgtgtagcg gtgaaatgcg tagagatgtg gaggaacacc
721 agtggcgaag gcggctctct ggtctgtaac tgacgctgag gcgcgaaagc gtggggagca
781 aacaggatta gataccctgg tagtccacgc cgtaaacgat gagtgctaag tgttagaggg
841 tttccaccct ttagtgctgt agctaacgca ttaagcactc cgcctgggga gtacgctcgc
901 aagagtgaaa ctcaaaggaa ttgacggggg cccgcacaag cggtggagca tgtggtttaa
961 ttcgaagcaa cgcgaagaac cttaccaggt cttgacatcc cctgacaacc ctagagatag
1021 ggcgttcccc ttcgggggac agggtgacag gtggtgcatg gttgtcgtca gctcgtgtcg
1081 tgagatgttg ggttaagtcc cgcaacgagc gcaaccctcg accttagttg ccagcattga
1141 gttgggcact ctaaggtgac tgccggctaa aagtcggagg aaggtgggga tgacgtcaaa
1201 tcatcatgcc ccttatgacc tgggctacac acgtgctaca atgggcggta caaagggttg
1261 cgaagccgcg aggtggagct aatcccaaaa agccgctctc agttcggatt gcaggctgca
1321 actcgcctgc atgaagccgg aatcgctagt aatcgcggat cagcatgccg cggtgaatac
1381 gttcccgggc cttgtacaca ccgcccgtca caccacgaga gtttgcaaca cccgaagtcg
1441 gtgaggtaac ccttacggga gccagccgcc gaaggtgggg caaatgattg gggtgaagtc
1501 gtaacaaggt a

271. *Anoxybacillus voinovskiensis*（沃索夫斯基泉无氧芽胞杆菌）

【种类编号】1-8-22。*Anoxybacillus voinovskiensis* Yumoto et al.，2004，sp. nov.（沃索夫斯基泉无氧芽胞杆菌）。**★模式菌株：**TH13 = JCM 12111 = NCIMB 13956。**★16S rRNA 基因序列号：**AB110008。**★种名释意：***voinovskiensis* 意为模式菌株分离自俄罗斯堪察加沃索夫斯基温泉，故其中文名称为沃索夫斯基泉无氧芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *voinovskiensis*，from Voinovskie，referring to the Voinovskie Hot Springs，the place of isolation）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 TH13^T 是从俄罗斯堪察加半岛的一个温泉中分离得到的。**★形态特征：**细胞直杆状［（1.5～5.0）μm ×（0.4～0.6）μm］、革兰氏阳性、无鞭毛、兼性好氧。菌落呈淡奶油色、圆形。**★生理特性：**生长的 pH 是 7～8，在 pH 9～10 不能生长；生长的温度是 30～64℃，最适生长温度是 54℃；生长的 NaCl 浓度是 0～3%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不产生 H_2S。不能水解酪蛋白、明胶、淀粉、DNA、吐温 20 和吐温 80，能水解吐温 40 和吐温 60。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。有氧条件下能利用下列化合物产酸：D-葡萄糖、D-木糖、D-阿拉伯糖、D-果糖、麦芽糖、D-甘露糖、蔗糖、山梨醇和纤维二糖。不能利用下列化合物产酸：D-半乳糖、棉籽糖、蜜二糖、肌醇、甘露醇、海藻糖、L-鼠李糖或乳糖。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{14:0}$（1.3%）、

$C_{14:0}$（1.3%）、iso-$C_{15:0}$（54.7%）、anteiso-$C_{15:0}$（8.0%）、iso-$C_{16:0}$（7.1%）、$C_{16:0}$（1.9%）、iso-$C_{17:0}$（3.9%）、anteiso-$C_{17:1}$（7.1%）和 $C_{17:1}$（2.6%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.9 mol%。16S rRNA 序列比对分析结果表明，该菌株与 *A. pushchinoensis* DSM 12423^T、*A. gonensis* NCIMB 13933^T 和 *A. flavithermus* DSM 2641^T 的同源性分别为 94.5%、94.8%和 95.7%。与 *A. pushchinoensis* DSM 12423^T 和 *A. flavithermus* NBRC 15317^T 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 30.2%和 20.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag  cggaccgaaa  agaagcttgc
61      ttckattcgg  ttagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg  caacctgccc  kkwagaccgg
121     gataacwycg  rgaaaccggt  gctaataccg  gataacacsr  aakrccgcat  grycttt ggt
181     tgaaaggcgg  ckyargctgt  cactwmmgga  tgggcccgcg  gcgcattagc  tagttggtga
241     ggtaacggct  caccaaggcg  acgatgcgta  gccgacctga  gagggtgatc  ggccacactg
301     ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt  ccgcaatgga
361     cgaaagtctg  acggagcaac  gccgcgtgag  cgaagaaggt  cttcggattg  taaagctctg
421     ttgttaggga  agaacaagta  ccgcagtaac  tggcggtacc  ttgacggtac  ctaacgagaa
481     agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttgtccgg
541     aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  tcctttaagt  ctgatgtgaa  agcccacggc
601     tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactgggg  gacttgagtg  cagaagagga  gagcggaatt
661     ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcggctct
721     ctggtctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781     ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttagag  ggtttacacc  ctttagtgct
841     gtagctaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacgctc  gcaagagtga  aactcaaagg
901     aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961     accttaccag  gtcttgacat  cccttgacac  cccaagagat  tgggcgttcc  ccttcggggg
1021    acaaggtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt
1081    cccgcaacga  gcgcaaccct  tgaccttagt  tgccagcatt  cagttgggca  ctctaaggtg
1141    actgccgatg  acaaatcgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga
1201    cctgggctac  acacgtgcta  caatgggcgg  tacaaagggt  tgcaaacccg  cgaggggag
1261    ccaatcccaa  aaagccgctc  tcagttcgga  ttgcaggctg  caactcgcct  gcatgaagcc
1321    ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg  gccttgtaca
1381    caccgcccgt  cacaccacga  gagtttgcaa  cacccgaagt  cggtgaggta  acccttacgg
1441    gagccagccg  ccgaaggtgg  ggcagatgat  tggggtgaag  tcgtaacaag  gtagccgtat
1501    cggaag
```

九、水芽胞杆菌属（*Aquibacillus*）

【属特征描述】芽胞椭圆形，端生，胞囊不膨胀。中度嗜盐，可生长的 NaCl 浓度范围广，最适 NaCl 浓度为 10%（w/v），而无 NaCl 时不能生长。嗜常温。化能有机营养型，好氧。过氧化氢酶和氧化酶为阳性。主要呼吸醌为 MK-7。肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要极性脂为磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。DNA 的 G+C 含量 35.8 mol%～41.0 mol%。模式种为 *Aquibacillus halophilus*。**★属名释意：***Aquibacillus* 中 *aqua* 为水之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为水芽胞杆菌属[L. n. *aqua* water; L. masc. n. *bacillus*, a rod and also a bacterial genus name (*Bacillus*);

N.L. masc. n. *Aquibacillus*，a rod belonging to the family Bacillaceae and isolated from water］。

272. *Aquibacillus albus*（白色水芽胞杆菌）

【种类编号】1-9-1。*Aquibacillus albus*（Zhang et al.，2012）Amoozegar et al.，2014，comb. nov.（白色水芽胞杆菌）=*Bacillus albus* Zhang et al.，2012。★**模式菌株：**YIM 93624 = DSM 23711 = IBRC-M 10798 = JCM 17364。★**16S rRNA 基因序列号：**JQ680032。★**种名释意：***albus* 为白色之意，故其中文名称为白色水芽胞杆菌（L. masc. adj. *albus* white，referring to the white bacterial colony）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 YIM 93624ᵀ 是从我国新疆盐湖中分离得到的。★**形态特征：**细胞杆状［（2.0～6.0）μm ×（0.3～0.5）μm］、革兰氏阳性、严格好氧，形成芽胞、圆形至椭球形、端生、胞囊膨大。在 TSA 培养基上 25℃培养 3 d 后形成的菌落呈圆形、低凸、光滑和白色。★**生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～45℃、4.0～9.0 和 1%～17%（w/v）；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 25～30℃、7.0 和 5%～10%（w/v）。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解淀粉、吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80，不能水解酪蛋白、纤维素、糊精、明胶和尿素。不产 H_2S 和吲哚，能还原硝酸盐，V-P 反应为阳性，甲基红反应为阴性，利用葡萄糖不能产酸。能利用下列化合物为唯一碳源和氮源：L-丙氨酸、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、谷氨酸、甘油、L-羟脯氨酸、乳糖、麦芽糖、棉籽糖、蔗糖、L-苏氨酸、海藻糖和 L-缬氨酸。API 50CHB 测试结果表明，利用下列化合物能产酸：七叶苷、熊果苷、纤维二糖、D-果糖、甘油、糖原、乳糖、麦芽糖、蜜二糖、棉籽糖、D-核糖、水杨苷、D-山梨醇、淀粉、蔗糖、D-己酮糖和海藻糖。API 20E 测试结果表明，β-半乳糖苷酶（ONPG）为阳性，精氨酸双水解酶（ADH）、明胶酶（GEL）、赖氨酸脱羧酶（LDC）、鸟氨酸脱羧酶（ODC）、色氨酸脱氨酶（TDA）和脲酶（URE）为阴性。API ZYM 测试结果表明，酸性磷酸酶、α-胰凝乳蛋白酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、亮氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶和缬氨酸芳基酰胺酶为阳性，碱性磷酸酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、胱氨酸芳基酰胺酶、α-岩藻糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、酯酶（C14）、α-甘露酶和萘酚 AS-BI-磷酸水解酶为阴性。★**化学特性：**主要呼吸醌物质为 MK-7。主要细胞脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰肌醇、一种糖脂和两种未知的磷脂。细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.9 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 YIM 93624ᵀ 与 *Virgibacillus koreensis* KCTC 3823ᵀ 的同源性为 97.0%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 YIM 93624ᵀ 和 *V. koreensis* KCTC 3823ᵀ 的关联度为 32.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gtttgatcct  ggctcaggac  gaacgctggc  ggcgtgccta  atacatgcaa  gtcgagcgcg
61    ggaagcaagc  aatcgcccctt  cggggcgagc  gcttgtggaa  cgagcggcgg  acgggtgagt
121   aacacgtggg  caacctgcct  gtaagactgg  gataactccg  ggaaaccggg  gctaataccg
181   gataatactt  tctcctgcat  ggggaaaagt  tgaaagatgg  cttctgctat  cacttacaga
241   tgggcccgcg  gcgcattagc  tagttggtag  ggtaaaggcc  taccaaggca  acgatgcgta
```

301 gccgacctga gagggtgatc ggccacactg ggactgagac acggcccaga ctcctacggg
361 aggcagcagt agggaatctt ccgcaatgga cgaaagtctg acggagcaac gccgcgtgaa
421 cgatgaaggc cttcgggtcg taaagttctg ttgttaggga agaacaagta ccgttcgaat
481 aggtcggtac cttgacggta cctaacgagg aagccccggc taactacgtg ccagcagccg
541 cggtaatacg tagggggcaa gcgttgtccg gaattattgg gcgtaaagcg cgcgcaggcg
601 gttccttaag tctgatgtga aagcccacgg cttaaccgtg gagggtcatt ggaaactggg
661 gagcttgagt acagaagagg agagtggaat tccacgtgta gcggtgaaat gcgtagatat
721 gtggaggaac accagtggcg aaggcgactc tctggtctgt aactgacgct gaggcgcgaa
781 agcgtgggga gcgaacagga ttagataccc tggtagtcca cgccgtaaac gatgagtgct
841 aggtgttagg gggtttccgc cccttagtgc tgaagttaac gcattaagca ctccgcctgg
901 ggagtacggc cgcaaggctg aaactcaaaa gaattgacgg gggcccgcac aagcggtgga
961 gcatgtggtt taattcgaag caacgcgaag aaccttacca ggtcttgaca tcctctgaca
1021 ctcctagaga taggatttc ccttcgggga cagagtgaca ggtggtgcat ggttgtcgtc
1081 agctcgtgtc gtgagatgtt gggttaagtc ccgcaacgag cgcaacccct aatcttagtt
1141 gccagcattt agttgggcac tctaaggtga ctgccggtga caaaccggag gaaggtgggg
1201 atgacgtcaa atcatcatgc cccttatgac ctgggctaca cacgtgctac aatggatggt
1261 acaaagggca gcgaagccgc gaggtgaagc aaatcccatc gaaaccattc tcagttcgga
1321 ttgtaggctg caactcgcct gcatgaagct ggaatcgcta gtaatcgcgg atcagcatgc
1381 cgcggtgaat acgttcccgg gccttgtaca caccgcccgt cacaccacga gagttggcaa
1441 cacccgaagt cggtgaggta accttttgga gccagccgcc gaaggtgggg ccaatgattg
1501 gggtgaagtc gtaacaaggt agccgtatcg gaaggtgcgg

273. *Aquibacillus halophilus*（喜盐水芽胞杆菌）

【种类编号】1-9-2。*Aquibacillus halophilus* Amoozegar et al.，2014，sp. nov.（喜盐水芽胞杆菌）。**★模式菌株：**B6B = IBRC-M 10775 = KCTC 13828。**★16S rRNA 基因序列号：**HQ433456。**★种名释意：***halophilus* 中 *hals* 为盐之意，*philos* 为喜好之意，故其中文名称为喜盐水芽胞杆菌（ha.lo'phi.lus. Gr. n. *hals haloes*，salt；Gr. adj. *philos*，loving；N.L. masc. adj. *halophilus*，salt-loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $B6B^T$ 是从伊朗阿巴德的高盐度湖水中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.3～0.5）μm×（4.0～6.0）μm］，革兰氏阳性，能运动，芽胞椭圆形、末端生，胞囊不膨大。HM 培养基 35℃培养 48 h 后，菌落直径为 1.0～1.3 mm，白色、点状、突起、同心圆、整齐。**★生理特性：**中度嗜盐，严格好氧。生长温度为 20～40℃（最适生长温度为 35℃），pH 为 6.5～9.0（最适生长 pH 为 7.0），NaCl 浓度是 0～20%（最适为 10.0%），无盐时不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解七叶苷，不能水解酪蛋白、明胶、DNA、淀粉和吐温 40、吐温 60 和吐温 80。不能还原硝酸盐，不产吲哚和 H_2S。能利用 D-葡萄糖、D-果糖、D-半乳糖、乳糖、蔗糖、麦芽糖和 D-木糖产酸，不能利用核糖产酸。甲基红、V-P 反应、脲酶、β-半乳糖苷酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶和苯丙氨酸脱氨酶为阴性。能利用以下化合物作为唯一碳源和能源：阿拉伯糖、D-葡萄糖、D-果糖、半乳糖、蔗糖和柠檬酸盐。下列化合物不能作为唯一碳源和能源：D-核糖、D-甘露糖、蜜二糖、甘露醇、棉籽糖、纤维二

糖、海藻糖、甘油、淀粉、甘氨酸、L-丙氨酸、L-甲硫氨酸、L-苯丙氨酸、脯氨酸、半胱氨酸、酪氨酸、L-天冬酰胺、L-精氨酸、L-组氨酸、L-亮氨酸和缬氨酸。**★化学特性：**细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7（90%）和 MK-6（3%）。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、未知磷脂和未知糖脂，主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（75.1%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35.8 mol%。该菌株与 *Virgibacillus koreensis* BH 30097^T、*V. albus* YIM 93624^T、*Sediminibacillus halophilus* EN8d^T、*S. albus* NHBX5^T、*V. carmonensis* LMG 20964^T、*Paraliobacillus quinghaiensis* YIM-Ci58^T 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 97.5%、97.4%、96.8%、96.6%、96.3%和 96.0%，与 *V. koreensis* BH30097^T 和 *V. albus* YIM 93624^T 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 13%和 33%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgcctataca  tgcagtcgag  cgcaggaagc  aagtagatcc  cttcggggtg  acgcttgtgg
61    aatgagcggc  ggacgggtga  gtaacacgtg  ggcaacctac  ctgtaagact  gggataactt
121   cgggaaaccg  gagctaatac  cggataacac  tttctcctgc  atggggaaaa  gttgaaaggc
181   ggcttttacg  agctgtcact  tacagatggg  cccgcggcgc  attagctagt  tggtagggta
241   atggcctacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg  gtgatcggcc  acactgggac
301   tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttccgc  aatggacgaa
361   agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgaacgat  gaaggttttc  ggatcgtaaa  gttctgttgt
421   tagggaagaa  caagtaccgt  tcgaataggt  cggtaccttg  acggtaccta  acgaggaagc
481   cccggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  gggcaagcgt  tgtccggaat
541   tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggttc  cttaagtctg  atgtgaaagc  ccacggctta
601   accgtggagg  gtcattggaa  actggggaac  ttgagtacag  aagaggagag  tggaattcca
661   cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agatatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cgactctctg
721   gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag  ataccctggt
781   agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaggt  gttagggggt  ttccgcccct  tagtgctgca
841   gttaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggccgca  aggctgaaac  tcaaaagaat
901   tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc
961   ttaccaggtc  ttgacatcct  ctgaccactc  tagagataga  gccttcccttt  cggggacaga
1021  gtgacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt  taagtcccgc
1081  aacgagcgca  acccttgacc  ttagttgcca  gcatttagtt  gggcactcta  aggtgactgc
1141  cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggatga  cgtcaaatca  tcatgcccct  tatgacctgg
1201  gctacacacg  tgctacaatg  gatggtacaa  agggcagcga  agccgcgagg  tgaagcgaat
1261  cccataaaac  cattctcagt  tcggattgta  ggctgcaact  cgcctacatg  aagccggaat
1321  cgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt  cccgggcctt  gtacacaccg
1381  cccgtcacac  cacgagagtt  ggcaacaccc  gaagtcggtg  aggtaacctt  ttaggagcca
1441  gccgccgaag  gtgg
```

274. *Aquibacillus koreensis*（韩国水芽胞杆菌）

【种类编号】1-9-3。*Aquibacillus koreensis*（Lee et al.，2006）Amoozegar et al.，2014，comb. nov.（韩国水芽胞杆菌）= *Virgibacillus koreensis* Lee et al.，2006。**★模式菌株：**BH30097 = JCM 12387 = KCTC 3823。**★16S rRNA 基因序列号：**AY616012。**★种名释意：***koreensis* 意为模式菌株分离自韩国，故其中文名称为韩国水芽胞杆菌（N.L. masc. adj.

koreensis，pertaining to Korea，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BH30097^T 由韩国黄海泰安郡的盐场样品中分离而来的。★形态特征：细胞杆状［（2.0～7.0）μm×（0.5～0.7）μm］、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、端生。MA 培养基上形成的菌落呈圆形、低凸、光滑、半透明、奶油色。★生理特性：模式菌株在 37℃能厌氧生长。生长温度是 10～45℃，最适生长温度是 25℃；生长的 pH 是 5.5～9.0，最适生长 pH 是 7.0；最适生长 NaCl 浓度是 5%～20%，NaCl 浓度高于 20%时菌株不生长。★生化特性：能水解七叶苷。过氧化氢酶、氧化酶和 β-半乳糖苷酶为阳性。利用下列化合物产酸：苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、纤维二糖、七叶苷、D-果糖、麦芽糖和 D-木糖。硝酸盐不能被还原，不产吲哚，不能水解明胶，不能发酵葡萄糖。精氨酸双水解酶和脲酶为阴性。不能利用下列化合物产酸：N-乙酰葡萄糖胺、D-阿拉伯糖、半乳糖、L-岩藻糖、甘油、糖原、肌醇、5-酮基-D-葡萄糖酸盐、甘露醇、D-甘露糖、D-蜜二糖、L-鼠李糖和 D-松二糖。★化学特性：主要呼吸醌是 MK-7。细胞的主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。★分子特性：菌株 DNA 的 G+C 含量为 41 mol%。16S rRNA 序列分析表明，该菌在进化关系上不同于 *Virgibacillus* 的其他物种，BH 30097^T 与 *V. halodenitrificans* KCTC 3790T 的 16S rRNA 的同源性为 96.7%，与 *Virgibacillus* 的其他物种的同源性为 93.8%～96.7%。DNA-DNA 杂交结果表明 BH30097^T 与 *V. halodenitrificans* KCTC 3790^T 和 *V. carmonensis* KCTC 3819^T 的关联度低于 24%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag  cgcgggaagc  aagctgatcc  cttcggggtg
61     acgcttgtgg  aatgagcggc  ggacggctga  gtaacacgtg  ggcaacctgc  ctgtaagact
121    gggataactc  cgggaaaccg  gtgctaatac  cggataatac  ttttactctc  atgagtttaa
181    gttgaaagat  ggcttttagc  tatcacttac  agatgggccc  gcggcgcatt  agctagttgg
241    tggggtaatg  gcctaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca
301    ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat
361    ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gaacgatgaa  ggctttcggg  tcgtaaagtt
421    ctgttgttag  ggaagaacaa  gtgccgttcg  aataggtcgg  caccttgacg  gtacctaacg
481    aggaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg  caagcgttgt
541    ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggttcctt  aagtctgatg  tgaaagccca
601    cggcttaacc  gtggagggtc  attggaaact  ggggaacttg  agtacagaag  aggagagtgg
661    aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  tatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaggcga
721    ctctctggtc  tgtaactgac  gctgaggcgc  gaaagcgtgg  ggagcaaaca  ggattagata
781    ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgagt  gctaggtgtt  agggggtttc  cgccccttag
841    tgctgcagtt  aacgcattaa  gcactccgcc  tggggagtac  ggccgcaagg  ctgaaactca
901    aaagaattga  cgggggcccg  cacaagcggt  ggagcatgtg  gtttaattcg  aagcaacgcg
961    aagaacctta  ccaggtcttg  acatcctctg  acaaccctag  agatagggcg  ttcccttcgg
1021   ggacagagtg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa
1081   gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttgatctta  gttgccagca  tttagttggg  cactctaagg
1141   tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat
1201   gacctgggct  acacacgtgc  tacaatggat  ggtacaaagg  gaagcaaaac  cgcgaggtca
1261   agcaaatccc  ataaaaccat  tctcagttcg  gattgtaggc  tgcaactcgc  ctacatgaag
1321   ccggaatcgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc  gggccttgta
```

1381 cacaccgccc gtcacaccac gagagttggc aacacccgaa gtcggtgagg taacc

275. *Aquibacillus salifodinae*（盐矿水芽胞杆菌）

【种类编号】1-9-4。*Aquibacillus salifodinae* Zhang et al.，2014，sp. nov.（盐矿水芽胞杆菌）。**★模式菌株：**WSY08-1 = JCM 19761 = CGMCC 1.12849。**★16S rRNA 基因序列号：**AB859945。**★种名释意：***salifodinae* 中 *sal* 为盐之意，*fodina* 为矿井之意，故其中文名称为盐矿水芽胞杆菌（sa.li.fo.di′nae. L. n. *sal*，salt；L. n. *fodina*，a pit；N.L. gen. n. *salifodinae*，of a saltpit，salt mine）。

【种类描述】**★菌株来源：**菌株 WSY08-1^T 是从我国新疆温宿县盐矿中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.6）μm ×（5.0～8.1）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、端生、胞囊膨大。菌落直径为 0.1～0.3 mm、奶油色、圆形、凸起。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 20～45℃、6.0～9.0 和 0～10%（w/v）；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 37℃、7.0 和 4%（w/v）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐被还原成亚硝酸盐。不产 H_2S 和吲哚。甲基红和 V-P 反应为阴性。不能水解淀粉、酪蛋白和明胶。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和脲酶为阴性。Biolog GP2 测试结果表明，能氧化下列化合物：乙酸、N-乙酰葡萄糖胺、N-乙酰基-L-谷氨酸、腺苷-5′-单磷酸、L-丙氨酰胺、L-丙氨酰甘氨酸、苦杏仁苷、L-天冬酰胺、L-阿拉伯糖、熊果苷、D-纤维二糖、α-环糊精、2′-脱氧腺苷、L-果糖、D-果糖、D-果糖-6-磷酸、D-半乳糖、苦杏仁糖、D-葡萄糖酸、D-葡萄糖、α-D-葡萄糖-1-磷酸、D-葡萄糖-6-磷酸、L-谷氨酸、DL-α-甘油磷酸盐、甘氨酰-L-谷氨酸、甘油、糖原、γ-羟基丁酸、*meso*-肌醇、肌苷、菊糖、α-酮戊二酸、α-酮基缬草酸、乳酰胺、α-D-乳糖、乳果糖、D-苹果酸、L-苹果酸、麦芽糖、甘露聚糖、D-甘露糖、D-松三糖、D-蜜二糖、α-甲基-D-半乳糖苷、β-甲基-D-半乳糖苷、3-甲基葡萄糖、α-甲基-D-葡萄糖苷、α-甲基-D-甘露糖苷、异麦芽酮糖、丙酸、D-阿洛酮糖、丙酮酸、L-焦谷氨酸、D-棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、水杨苷、景天庚酮糖、D-山梨醇、琥珀酰胺酸、琥珀酸、琥珀酸单乙酯、蔗糖、D-己酮糖、胸苷、胸苷-5′-单磷酸、海藻糖、吐温 40 和吐温 80、尿苷-5′单磷酸、木糖醇和 D-木糖。GP2 MicroPlate 测试结果表明，其他底物不能作为唯一碳源。API 50CH 测试结果表明，利用下列化合物产酸：N-乙酰葡萄糖胺、D-核糖醇、七叶苷、苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、L-阿糖醇、熊果苷、纤维二糖、D-果糖、龙胆、D-葡萄糖、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸、D-来苏糖、麦芽糖、D-甘露糖、β-甲基-D-吡喃木糖苷、D-核糖、水杨苷、蔗糖、海藻糖和 D-木糖。利用下列化合物产酸活性弱：甘油、L-山梨糖、D-己酮糖和木糖醇。API ZYM 测试结果表明，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、β-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶为阳性，酸性磷酸酶为弱阳性，酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。**★化学特性：**主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、一种未知的糖脂、两种未知的磷脂和一种未知的脂质。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基

庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.9 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 WSY08-1^T 与 *Aquibacillus halophilus* B6B^T、*A. koreensis* BH30097^T 和 *A. albus* YIM 93642^T 的同源性分别为 97.6%、96.9%和 96.5%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 WSY08-1^T 与 *A. halophilus* B6B^T 的关联度为 31.4%。16S rRNA 基因序列如下。

1　agagtttgat　cctggctcag　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc
61　gcgggaagca　agaggatccc　ttcggggtga　atcttgtgga　acgagcggcg　gacgggtgag
121　taacacgtgg　gcaacctgcc　tgtaagactg　ggataacttc　gggaaaccgg　agctaatacc
181　ggataatact　tcttcctgca　tgggagaaag　ttgaaaggcg　gcttttagct　gctacttaca
241　gatgggcccg　cggcgcatta　gctagttggt　agggtaatgg　cctaccaagg　cgacgatgcg
301　tagccgacct　gagagggtga　tcggccacac　tgggactgag　acacggccca　gactcctacg
361　ggaggcagca　gtagggaatc　ttccgcaatg　gacgaaagtc　tgacggagca　acgccgcgtg
421　aacgatgaag　gtcttcggat　cgtaaagttc　tgttgttagg　gaagaacacg　taccattcga
481　atagggtggt　accttgacgg　tacctaacga　ggaagccccg　gctaactacg　tgccagcagc
541　cgcggtaata　cgtagggggc　aagcgttgtc　cggaattatt　gggcgtaaag　cgcgcgcagg
601　cggttcctta　agtctgatgt　gaaagcccac　ggcttaaccg　tggagggtca　ttggaaactg
661　gggaacttga　gtacagaaga　ggagagtgga　attccacgtg　tagcggtgaa　atgcgtagat
721　atgtggagga　acaccagtgg　cgaaggcgac　tctctggtct　gtaactgacg　ctgaggcgcg
781　aaagcgtggg　gagcgaacag　gattagatac　cctggtagtc　cacgccgtaa　acgatgagtg
841　ctaggtgtta　gggggtttcc　gccccatagt　gctgcagtta　acgcattaag　cactccgcct
901　ggggagtacg　gccgcaaggc　tgaaactcaa　aagaattgac　gggggcccgc　acaagcggtg
961　gagcatgtgg　tttaattcga　agcaacgcga　agaaccttac　caggtcttga　catcctctga
1021　caactctaga　gatagagcgt　tcccttcggg　gacagagtga　caggtggtgc　atggttgtcg
1081　tcagctcgtg　tcgtgagatg　ttgggttaag　tcccgcaacg　agcgcaaccc　ttgatcttag
1141　ttgccagcat　ttagttgggc　actctaaggt　gactgccggt　gacaaaccgg　aggaaggtgg
1201　ggatgacgtc　aaatcatcat　gccccttatg　acctgggcta　cacacgtgct　acaatggatg
1261　gtacaaaggg　cagcaaagcg　gtgacgccta　gcaaatccca　taaaaccatt　ctcagttcgg
1321　attgtaggct　gcaactcgcc　tacatgaagc　cggaatcgct　agtaatcgcg　gatcagcatg
1381　ccgcggtgaa　tacgttcccg　ggccttgtac　acaccgcccg　tcacaccacg　agagttggta
1441　acacccgaag　tcggtgaggt　aaccttttag　gagccggccg　ccgaaggtgg　gaccaatgat
1501　tggggtgaag　tcgtaacaag　gtaaccgt

十、居盐水芽胞杆菌属（*Aquisalibacillus*）

【属特征描述】细胞杆状，革兰氏阴性，不运动，未观察到芽胞。中度嗜盐、严格厌氧。过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐和亚硝酸盐还原反应为阳性。KOH 检测为阴性。细胞壁含有 A4β 型肽聚糖，主要是二氨基氨基酸 L-Orn 和二羧基氨基酸 D-Asp 交叉连接。主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。该属属于芽胞杆菌科，与 *Filobacillus* 和 *Piscibacillus* 相近。模式种为 *Aquisalibacillus elongatus*。**★属名释意：***Aquisalibacillus* 中 *aqua* 为水之意，*sal* 为盐之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为居盐水芽胞杆菌属（A.qui.sa.li.ba.cil'lus. L. n. *aqua* water；L. n. *sal*，*salis* salt；L. n. *bacillus* rod；N.L. masc. n. *Aquisalibacillus* a rod living in salt water）。

276. *Aquisalibacillus elongatus*（延伸居盐水芽胞杆菌）

【种类编号】1-10-1。*Aquisalibacillus elongatus* Márquez et al.，2013，sp. nov.（延伸居盐水芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SH4s = CCM 7366 = CECT 7149 = DSM 18090。**★16S rRNA 基因序列号：**AM911047。**★种名释意：***elongatus* 为延伸之意，故其中文名称为延伸居盐水芽胞杆菌（e.lon.ga′tus. L. masc. part. adj. *elongates*，elongated，stretched out）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $SH4s^T$ 是从我国内蒙古自治区的 Shangmatala 盐湖中分离得到的。**★形态特征：**细胞大小为（2.0～10.0）μm ×0.5 μm。基本培养基培养 2 d 后，菌落直径 1 mm、圆形、边缘整齐、奶油色。**★生理特性：**生长温度为 20～55℃（最适为 37℃）；pH 为 7.0～10.0（最适为 7.5）。NaCl 浓度（w/v）为 3%～20%（最适为 10%），未添加 NaCl 时菌体不生长。**★生化特性：**不能水解七叶苷、酪蛋白、明胶、吐温 80 和淀粉。V-P 反应、产 H_2S 和吲哚、苯丙氨酸脱氨酶和磷酸酶为阴性。不能利用下列物质产酸：阿拉伯糖、果糖、D-葡萄糖、甘油、乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、蔗糖或海藻糖。可利用以下化合物作为唯一碳源和能源：乙酸盐、丁醇、乙醇、L-岩藻糖、延胡索酸盐、甲醇、棉籽糖、D-山梨糖和戊酸盐。不能利用以下化合物作为唯一碳源和能源：D-阿拉伯糖、苯酸盐、纤维二糖、柠檬酸盐、甲酸盐、半乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、丙醇、丙酸盐、琥珀酸盐、海藻糖和 D-木糖。可利用下列化合物作唯一碳源、氮源和能源：L-丙氨酸，DL-精氨酸、半胱氨酸、L-鸟氨酸和 L-丝氨酸。不能利用下列化合物作为唯一碳源、氮源和能源：D-天冬氨酸、谷氨酸、DL-赖氨酸、甲硫氨酸、苯丙氨酸、L-苏氨酸和 L-色氨酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7（91%）和 MK-8（9%）。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂、糖脂和 4 种未知磷脂。主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$（26.1%）、iso-$C_{15:0}$（24.2%）、iso-$C_{16:1}$ω7c（14.0%）、anteiso-$C_{15:0}$（10.0%）、iso-$C_{14:0}$（8.0%）、iso-$C_{17:0}$（6.1%）、anteiso-$C_{17:0}$（4.0%）、iso-$C_{17:1\omega10c}$（2.3%）、$C_{16:1}$ω11c（1.6%）、$C_{16:0}$（1.1%）、iso-$C_{18:0}$（0.9%）、$C_{17:0}$（0.6%）、$C_{18:0}$（0.5%）和 $C_{14:0}$（0.2%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45.9 mol%（T_m）。基于 16S rRNA 序列的系统发育分析结果表明，菌株 $SH4s^T$ 与 Bacillaceae 的 *Filobacillus*（95.9%）、*Piscibacillus*（95.7%）和 *Tenuibacillus*（95.4%）的亲缘关系较近。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 $SH4s^T$ 与 *Filobacillus milosensis* DSM 13259^T 的关联度为 10%（反之，为 12%）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ttagagtttg  attcccggct  caggacgaac  gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg
61    agcgcgggaa  gcagacggaa  tccttcggga  ggatgtctgt  ggaacgagcg  gcggacgggt
121   gagtaacacg  tgggcaacct  gcctgtaaga  ctgggataac  tccgggaaac  cggggctaat
181   accgggtaat  tcatcggatc  gcatgatccg  ttgttgaaag  atggcttttg  ctatcactta
241   cagatgggcc  cgcggcgcat  tagttagttg  gtggggtaat  ggcctaccaa  ggcgacgatg
301   cgtagccgac  ctgagaggtg  atcggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac
361   gggaggcagc  agtagggaat  catccgcaat  ggacgaaagt  ctgacggtgc  aacgccgcgt
421   gagtgaggaa  ggtcttcgga  tcgtaaaact  ctgttgttag  ggaagaacac  gttccgtttg
481   aataaggcgg  agccttgacg  gtacctaacc  agaaagccac  ggctaactac  gtgccagcag
541   ccgcggtaat  acgtaggtgg  caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag
601   gcggttcctt  aagtctgatg  tgaaagccca  tggctcaacc  atggagggtc  attggaaact
661   ggggaacttg  aggacagaag  aggagagcgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga
```

721	tatgtggagg	aacaccagtg	gcgaaggcgg	ctctctggtc	tgtgcctgac	gctgaggcgc
781	gaaagcgtgg	ggagcgaaca	ggattagata	ccctggtagt	ccacgccgta	aacgatgagt
841	gctaggtgtt	aggggtttcc	acccttagtg	ctgcagttaa	cgcaataagc	actccgcctg
901	gggagtacgg	ccgcaaggct	gaaactcaaa	ggaattgacg	ggggcccgca	caagcggtgg
961	agcatgtggt	ttaattcgac	gcaacgcgaa	gaaccttacc	aggtcttgac	atcctcggac
1021	caccctagag	atagggtctt	cccttcgggg	accgagtgac	aggtggtgca	tggttgtcgt
1081	cagctcgtgt	cgtgagatgt	tgggttaagt	cccgcaacga	gcgcaaccct	tgatcttagt
1141	tgccagcatt	cagttgggca	ctctaaggtg	actgccggtg	acaaaccgga	ggaaggtggg
1201	gatgacgtca	aatcatcatg	ccccttatga	tcctgggcaa	cacacgtgct	acaatggatg
1261	gtacaatggg	ctgcgaagcc	gcgaggtgaa	gcaaatccca	aaaagccatt	ctcagttcgg
1321	attgtaggct	gcaactcgcc	tgcatgaagc	cggaatcgct	agtaatcgtg	gatcagcatg
1381	ccacggtgaa	tacgttcccg	ggccttgtac	acaccgcccg	tcacaccacg	agagttggca
1441	acacccgaag	tcggtggggt	aaccttttgg	agccagccgc	catt	

十一、热碱芽胞杆菌属（*Caldalkalibacillus*）

【属特征描述】细胞杆状、革兰氏阳性、不运动，形成芽胞、球形、端生。严格好氧、嗜碱和嗜热。这个属里面有些菌株的过氧化氢酶为阳性，有些菌株则过氧化氢酶为阴性；细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。模式种 DNA 的 G+C 含量为 45.2 mol%。细胞的主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。模式种为 *Caldalkalibacillus thermarum*。**★属名释意：***Caldalkalibacillus* 其中 *caldus* 为热之意，*alkali* 为碱之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为热碱芽胞杆菌属（L. adj. *caldus*，hot；N.L. n. *alkali*，alkali；L. masc. n. *bacillus*，small rod；N.L. masc. n. *Caldalkalibacillus*，bacillus living under hot and alkaline conditions）。

277. *Caldalkalibacillus thermarum*（温泉热碱芽胞杆菌）

【种类编号】1-11-1。*Caldalkalibacillus thermarum* Xue et al.，2006，sp. nov.（温泉热碱芽胞杆菌）。**★模式菌株：**HA6 = CGMCC 1.4242 = JCM 13486。**★16S rRNA 基因序列号：**AY753654。**★种名释意：***thermarum* 为温泉之意，故其中文名称为温泉热碱芽胞杆菌（L. gen. pl. n. *thermarum*，of warm springs）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $HA6^T$ 是从我国的温泉中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～3.0）μm ×6.5 μm］、革兰氏阳性、严格好氧、中度嗜热、专性嗜碱、KOH 检测阴性、不能运动，形成芽胞、球形、端生、胞囊膨大。菌落呈黄白色、透明、圆形、光滑、低凸和全缘。**★生理特性：**生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 45～65℃、7.5～10.0 和 0～6%，最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 60℃、8.5 和 1.5%。细胞抗新生霉素和杆菌肽，但对下列化合物敏感：氨苄西林、红霉素、诺氟沙星、新霉素、利福平、四环素、链霉素、氯霉素、卡那霉素和环丙沙星。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不产生 H_2S，硝酸盐不能被还原，甲基红和 V-P 反应为阴性。淀粉水解弱，不能水解七叶苷、纤维素、果胶、几丁质、酪蛋白、明胶和吐温 80。由蛋白胨产氨气，产吲哚。在下列碳源上菌株能生长：D-葡萄糖、D-甘露糖、L-鼠李糖、蔗糖、D-海藻糖、纤维二糖、D-蜜二糖、

D-松三糖、菊糖、赤藓糖醇、D-山梨醇、D-甘露醇、甘油、乙酸盐、乳酸盐、丙酮酸盐、丁酸盐、柠檬酸盐、琥珀酸盐、半乳糖醛酸和葡萄糖醛酸。在以下碳源上菌株生长弱：D-乳糖、D-棉籽糖和 D-水杨苷。在以下碳源上菌株不能生长：D-果糖、D-半乳糖、L-山梨糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、麦芽糖、糖原、核糖醇、肌醇、葡萄糖酸、甲酸盐、草酸盐、丙酸盐、丙二酸盐、异柠檬酸、酮戊二酸或苹果酸。★**化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45.2 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，该菌株在芽胞杆菌科中形成独特的分支，与其关系最密切的为 *Bacillus horti* K13^T 和 *B. smithii* DSM 4216^T，其序列同源性分别为 91.8%和 93.1%。16S rRNA 基因序列如下。

1 aatacatgca agtcgagcgc gtgaagcttc cagaagcctt cgggcggacg ggagtggatc
61 gagcggcgga cgggtgagta acacgtaggc aacctgcctg taagaccggg ataaccccgg
121 gaaaccgggg ctaataccgg ataggacctt cggtcgcatg accgttggtt gaaaggtggc
181 cgcaaggcta ccgcttacag atgggcctgc ggcgcattag ctagttggtg aggtaacggc
241 tcaccaaggc gacgatgcgt agccggcctg agagggtgac cggccacact gggactgaga
301 cacggcccag actcctacgg gaggcagcag tagggaatct tccgcaatgg gcgcaagcct
361 gacggagcga tgccgcgtga gcgaggaagg ccttcgggtc gtaaagctct gttgtcaggg
421 aagaacaagt accgttcgac aagggcggta ccttgacggt acctgacgag aaagccccgg
481 ctaactacgt gccagcagcc gcggtaatac gtagggggcg agcgttgtcc ggaatcactg
541 ggcgtaaagc gcgcgcaggc ggcctcttaa gtctggtgtg aaagcccgcg gctcaaccgt
601 ggagacgcac tggaaactgg gaggcttgag tgcaggagag ggaagcggaa ttcccggtgt
661 agcggtgaaa tgcgtagata tcgggaggaa caccagtggc gaaggcggct tcctggcctg
721 taactgacgc tgaggcgcga aagcgtgggg agcaaaccag ggattagata ccctggtagt
781 ccacgcccgt aaacgatgag tctaggtgtt gggggtttcg acaccctcag tgctgaaggt
841 aacccattaa gcactccgcc tggggagtac ggccgcaagg ctgaaactca aaggaattga
901 cgggggcccg cacaagcggt ggagcatgtg gtttaattcg aagcaacgcg aagaacctta
961 ccagggcttg acatcccggt gctacctcca gagatggagg gttctcttcg gagacaccgg
1021 tgacaggtgg tgcatggttg tcgtcagctc gtgtcgtgag atgttgggtt aagtcccgca
1081 acgagcgcaa cccttggcct tagttgccag cattcagttg ggcactctaa ggcgactgcc
1141 ggtgacaaac cggaggaagg tggggatgac gtcaaatcat catgcccctt atgccctggg
1201 ctacacacgt gctacaatgg gcggtacaaa gggttgcgaa cccgcgaggg ggagctaatc
1261 ccaaaaagcc gctctcagtt cggattgcag gctgcaactc gcctgcatga agccggaatc
1321 gctagtaatc gcggatcagc atgccgcggt gaatacgttc ccgggccttg tacacaccgc
1381 ccgtcacacc acgagagtct gtaacacccg aagtcggtga ggtaacccgc aagggagcca
1441 gccgccgaag gtgggacaga tgattggggt gaagtcgtaa caagg

278. *Caldalkalibacillus uzonensis*（乌宗山热碱芽胞杆菌）

【种类编号】1-11-2。*Caldalkalibacillus uzonensis* Zhao et al.，2008，sp. nov.（乌宗山热碱芽胞杆菌）。★**模式菌株：**JW/WZ-YB58 = ATCC BAA-1258 = DSM 17740。★**16S rRNA 基因序列号：**DQ221694。★**种名释意：***uzonensis* 意为模式菌株分离自俄罗斯堪察加半岛的乌宗火山，故其中文名称为乌宗山热碱芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *uzonensis*，pertaining to the isolation habitat of the type strain，the Uzon Caldera，east of Mt Uzon in

Kamchatka，in Far East Russia)。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JW/WZ-YB58^T 由卡尔德拉，堪察加半岛（俄罗斯远东）的东热场 Zarvarzin II 温泉中分离而来。**★形态特征：**细胞直或稍弯曲杆状［(0.7～0.8) μm×(5.5～12.0) μm］、好氧、形成芽胞 (1.2～1.6) μm、端生、胞囊膨胀。细胞能运动，具有 2～5 根周生鞭毛。在 NB 培养基上形成的菌落呈透明、全缘。菌落聚集在一起生长。**★生理特性：**pH 8.0 时，生长温度是 42～64℃，最适生长温度是 50～52℃；pH 是 6.4～9.7，52℃时最适生长 pH 是 8.2～8.4；NaCl 浓度是 0～6% (w/v)。**★生化特性：**过氧化氢酶为阴性，氧化酶为阳性。能水解 ONPG 和明胶，不能水解尿素和淀粉。不产吲哚，V-P 反应为阴性。细胞能在复杂基质（如酵母提取物)、碳水化合物和氨基酸上生长，但不能在醇或糖醇上生长。利用下列化合物能产酸：海藻糖、乳糖、蔗糖、阿拉伯糖和果糖。**★化学特性：**细胞的主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ (24.5%)、anteiso-$C_{15:0}$ (18.3%) 和 iso-$C_{17:0}$ (17.5%)。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果显示，该菌株与 *B. horti* 的同源性为 92%～93%，与 *Caldalkalibacillus thermarum* HA6^T 的同源性为 96.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgctagtcga  gcgcgtgaag  ctttccgaag  ccttcgggcg  gacgaaagtg  gatcgagcgg
61    cggacgggtg  agtaacacgt  aggcaacctg  cctgtaagac  cgggataact  ccgggaaacc
121   ggggctaata  ccggatggga  tctcttttcg  catgggaagg  gattgaaagg  atggccgcaa
181   ggctatcgct  tacagatggg  cctgcggcgc  attagctggt  tggtgaggta  acggctcacc
241   aaggcgacga  tgcgtagccg  gcctgagagg  gtgaccggcc  acactgggac  tgagacacgg
301   cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttccgc  aatgggcgca  agcctgacgg
361   agcgatgccg  cgtgagcgag  gaaggccttc  gggttgtaaa  gctctgttgt  cagggaagaa
421   caagtaccgt  tcgataaggg  cggtaccttg  acggtacctg  acgagaaagc  cccggctaac
481   tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  gggcgagcgt  tgtccggaat  tattgggcgt
541   aaagcgcgcg  caggcggcct  cttaagtctg  atgtgaaagc  ccacggctca  accgtggagg
601   gtcattggaa  actgggaggc  ttgagtgcag  gagagggaag  cggaattcca  cgtgtagcgg
661   tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cggcttcctg  gcctgtaact
721   gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcga  acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc
781   gtaaacgatg  agtgctaggt  gttgggggtt  tcgataccct  cagtgctgaa  gttaacacat
841   taagcactcc  gcctggggag  tacggccgca  aggctgaaac  tcaaaggaat  tgacgggggc
901   ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccagggc
961   ttgacatccc  ggtgccacct  ccagagatgg  agggttctct  tcggagacac  cggtgacagg
1021  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg
1081  caacccttga  ccttagttgc  cagcattgag  ttgggcactc  taaggtgact  gccggtgaca
1141  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgtcct  gggctacaca
1201  cgtgctacaa  tgggcagtac  aaagggttgc  gaacccgcga  gggggagcta  atcccaaaaa
1261  gctgctctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca  tgaagctgga  atcgctagta
1321  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc  ttgtacacac  cgcccgtcac
1381  accacgagag  tctgtaacac  ccgaagtcgg  tgaggtaacc  tcgcaaggga  gccagc
```

十二、热芽胞杆菌属（*Caldibacillus*）

【属特征描述】细胞杆状［(0.5～1.0) μm×(1.0～14.0) μm］，能运动，革兰氏阴性，

每个细胞产生一个芽胞。芽胞为椭圆形或柱形、端生，胞囊可膨大。专性嗜热，严格需氧。TSA 培养基上 60℃培养 24 h 后，菌落直径大约为 0.5 mm、扁平，奶油色，边缘光滑。生长温度为 50～70℃、最适温度为 65℃；生长 pH 是 7.0～9.5；可在 0～2.5% NaCl 浓度下生长。过氧化氢酶反应为弱阳性，氧化酶反应为阳性。有些种类可水解七叶苷、精氨酸、酪蛋白、明胶和半乳吡喃糖苷，但不能水解淀粉。V-P 反应为阴性或弱阳性。极性脂包括磷脂酰乙醇胺、两种磷脂酰糖脂、两种糖脂、一种氨基磷酸糖脂、两种磷脂和两种氨基磷脂。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$，其总量大于 60%，主要呼吸醌为 MK-7。模式种是 *Caldibacillus debilis*。★**属名释意：***Caldibacillus* 中 *caldus* 为热之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为热芽胞杆菌属（L. adj. *caldus*，warm，hot；L. masc. n. *bacillus*，a small staff or rod；N.L. masc. n. *Caldibacillus*，warm bacillus，referring to the organism’s thermophily）。

279. *Caldibacillus debilis*（虚弱热芽胞杆菌）

【种类编号】1-12-1。*Caldibacillus debilis*（Banat et al.，2004）Coorevits et al.，2013，sp. nov.（虚弱热芽胞杆菌）= *Bacillus debilis* Banat et al.，2004，sp. nov.。★**模式菌株：**LMG 23386 = DSM 16016 = NCIMB 13995 = Tf= R-35653。★**16S rRNA 基因序列号：**FN428699。★**种名释意：**种名中 *debilis* 为虚弱之意，故其中文名称为虚弱热芽胞杆菌（débil.is. L. masc. adj. *debilis* weak or feeble，referring to the restricted substrate range for this species）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 LMG 23386^T 是从北爱尔兰的地下原状土中分离得到的。★**形态特征：**细胞杆状［（0.5～1.0）μm ×（1.0～14.0）μm］，能运动，革兰氏阴性，芽胞为椭圆形或柱形、端生，胞囊可膨大。专性嗜热，严格好氧。TSA 培养基 60℃培养 24 h 后，菌落直径大约为 0.5 mm、扁平，奶油色，边缘光滑。★**生理特性：**生长温度为 50～70℃、最适温度为 65℃；生长 pH 是 7.0～9.5；可在 0～2.5% NaCl 浓度下生长。★**生化特性：**精氨酸双水解酶、明胶和 ONPG 水解为阳性。赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶、脲酶、产 H_2S 和吲哚、硝酸盐还原和柠檬酸盐利用为阴性。能利用以下碳源产酸而不产气：苦杏仁苷、纤维二糖、D-果糖、半乳糖、苦杏仁糖、D-葡萄糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、N-乙酰氨基葡糖、棉籽糖、水杨苷和淀粉。能利用以下碳源微弱产酸而不产气：熊果苷、D-己酮糖、海藻糖、松二糖和 D-木糖。但不能利用以下碳源产酸：核糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、葡萄糖、甘油、糖原、菊糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖，2-酮基-D-葡萄糖酸盐、5-酮基-D-葡萄糖酸盐、D-来苏糖、甘露糖、松三糖、蜜二糖、肌醇、甲基-D-葡萄糖苷、甲基-D-甘露糖苷、甲基-D-木糖、棉籽糖、鼠李糖、核糖、山梨醇、L-山梨糖、蔗糖、木糖醇或 L-木糖。★**化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$、$C_{16:1\omega11c}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{17:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 49.9 mol%（HPLC）。菌株 LMG 23386^T 与 *Geobaeillus thermoglucosidans* 的 16S rRNA 基因序列同源性为 93.3%～93.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgggc  ggagcccgag  gggagcttgc
61     tccttttcgg  gctcagcggc  ggacgggtga  gtaacacgtg  ggtaacctgc  ccgtaagacc
121    gggataactc  cgggaaaccg  gggctaatac  cggataacac  cgggggccgc  atggcttccg
```

181　gttgaaaggc　ggcctttggc　tgccacttac　ggatgggccc　gcggcgcatt　agctagttgg
241　cggggtaacg　gcccaccaag　gcgacgatgc　gtagccggcc　tgagagggtg　gacggccaca
301　ctgggactga　gacacggccc　agactcctac　gggaggcagc　agtagggaat　cttccgcaat
361　gggcgaaagc　ctgacggagc　gacgccgcgt　gagcgaggaa　ggcctttcgg　gtcgtaaagc
421　tctgttgtca　gggaagaagg　cgcgccgttc　gaagagggcg　gcgcggtgac　ggtacctgac
481　gaggaagccc　cggctaacta　cgtgccagca　gccgcggtaa　aacgtagggg　gcgagcgttg
541　tccggaatta　ctgggcgtaa　agcgcgcgca　ggcggtcctt　taagtctgat　gtgaaattcc
601　gcggctcaac　cgcgggtgtg　cattggaaac　tgggggactt　gagtgcggaa　gaggggagcg
661　gaattcccgg　tgtagcggtg　aaatgcgtag　agatcgggag　gaacaccagt　ggcgaaggcg
721　gctctctggt　ccgcaactga　cgctgaggcg　cgaaagcgtg　gggagcgaac　aggattagat
781　accctggtag　tccacgccgt　aaacgatgag　tgctaagtgt　tagaggggat　tgacccttta
841　gtgctgcagc　taacgcatta　agcactccgc　ctggggagta　cggccgcaag　gctgaaactc
901　aaaggaattg　acgggggccc　gcacaagcgg　tggagcatgt　ggtttaattc　gaagcaacgc
961　gaagaacctt　accaggtctt　gacatcccgc　tgaccggtct　ggagacaggc　ctttccctta
1021　tgggacagcg　gtgacaggtg　gtgcatggtt　gtcgtcagct　cgtgtcgtga　gatgttgggt
1081　taagtcccgc　aacgagcgca　acccctgtcc　ttagttgcca　gcattmagtt　gggcactcta
1141　aggagactgc　cggctagaag　tcggaggaag　gtggggatga　cgtcaaatca　tcatgcccct
1201　tatgacctgg　gctacacacg　tgctacaatg　ggcggtacaa　agggcagcga　acccgcgagg
1261　gggagcgaat　cccaaaaagc　cgctctcagt　tcggattgca　ggctgcaact　cgcctgcatg
1321　aaggcggaat　cgctagtaat　cgcggatcag　catgccgcgg　tgaatacgtt　ctcgggcctt
1381　gtacacaccg　cccgtcacac　cacgagagtc　tgcaacaccc　gaagtcggtg　aggtaacccg
1441　aaagggagcc　agccgccgaa　ggtggggcag　atgattgggg　tgaagtcgta　acaaggtagc
1501　cgtatcggaa　gg

十三、樱桃样芽胞杆菌属（*Cerasibacillus*）

【属特征描述】细胞革兰氏阳性，杆状［0.8 μm×（2.5～5.0）μm］，能运动，细胞可单个、成对或成链状存在。芽胞球形，端生。在 TSA 平板上 37℃生长的菌落为圆形，不透明，浅黄色至棕色。严格好氧。在低浓度 NaCl 存在时生长良好，但在含有 10% NaCl 的 TSB 培养基中，于 50℃时 6 d 内未长出菌体。生长温度和 pH 分别为 30～55℃（最适温度为 50℃）和 7.5～10（最适 pH 为 8～9）。过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐不能被还原。V-P 反应为阴性，不产吲哚。DNA 的 G+C 含量为 35.5 mol%（HPLC）。细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（在 MA 培养基上 30℃培养 7 d）。主要呼吸醌为 MK-7。可利用 D-木糖产酸。不能水解酪蛋白。模式种为 *Cerasibacillus quisquiliarum*。**★属名释意：***Cerasibacillus* 中 *cerasum* 为樱桃、浆果（胞囊为樱桃状）之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为樱桃样芽胞杆菌属［L. neut. n. *cerasum*（or L. masc. n. *cerasus*），a cherry；L. masc. n. *bacillus*，a small staff，a wand（and in bacteriology a small rod）；N.L. masc. n. *Cerasibacillus*，a cherry *Bacillus*，as the appearance of its sporangium is cherry-like］。

280. *Cerasibacillus quisquiliarum*（厨余樱桃样芽胞杆菌）

【种类编号】1-13-1。*Cerasibacillus quisquiliarum* Nakamura et al.，2004，sp. nov.（厨

余樱桃样芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BLx = DSM 15825 = IAM 15044 = JCM 21507 = KCTC 3815 = NBRC 102429。**★16S rRNA 基因序列号：**AB107894。**★种名释意：***quisquiliarum* 为厨房垃圾之意，故其中文名称为厨余樱桃样芽胞杆菌（L. gen. pl. n. *quisquiliarum*，of kitchen refuse）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BLx^T 是从厨房垃圾的半连续分解系统中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.8～2.5）μm ×5.0 μm］、革兰氏阳性、严格好氧、单生或成对或短链状生长，形成芽胞、球形、端生。TSA 培养基上 37℃培养形成的菌落有色素（浅黄褐色）、圆形和不透明。**★生理特性：**含低浓度 NaCl 时菌株生长较好，在含 10% NaCl 的 TSB 培养基 50℃培养 6 d 菌株不生长。生长温度是 30～55℃，最适生长温度是 50℃；生长的 pH 是 7.5～10，最适生长 pH 是 8～9。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。不产吲哚，V-P 反应为阴性。不能水解酪蛋白，能水解明胶，不能水解淀粉、七叶苷或尿素。利用下列化合物产酸：D-木糖、D-核糖、L-山梨糖、D-己酮糖和 5-酮基葡萄糖酸盐。不能利用下列化合物产酸：甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、L-木糖、核糖醇、甲基 β-D-木糖、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、甲基 α-D-甘露糖、甲基 α-D-葡萄糖、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、棉籽糖、糖原、木糖醇、苦杏仁糖、D-松二糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐或 2-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**系统发育分析表明，该菌株与 *Virgibacillus* 和 *Lentibacillus* 是分属于独立的类群，该菌株与 *Virgibacillus* 和 *L. salicampi* 的 16S rRNA 同源性分别为 92.8%～94.8%和 92.3%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tcagacgaac  gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg  agcgcgggaa  gcagaaagat
61    tccttcggga  tgacatctgt  ggaacgagcg  gcggatgggt  gagtaacacg  tggccaacct
121   gcctgtaaga  ctgggataac  tccgggaaac  cggggctaat  accggataag  actttatctc
181   gcatgagata  gagatgaaag  atggctttta  gctatcactt  acagatgggc  ctgcggcgca
241   ttagctagtt  ggtggggtaa  tggcctacca  aagcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg
301   tgatcggcca  cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga
361   atcttccgca  atggacgcaa  gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgagtgatg  aatgtcttcg
421   gattgtaaaa  ctctgttgtt  agggaagaac  aagtaccgtt  cgaataggtc  ggtaccttga
481   cggtacctaa  ccagaaagcc  ccggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggg
541   ggcaagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta  aagggcgcgc  aggcggtctt  ctaagtctga
601   tgtgaaagcc  cacggcttaa  ccgtggaagg  tcattggaaa  ctgggggact  tgagtgcaga
661   agaggagagt  ggaattccat  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatatgga  ggaacaccag
721   tggcgaaggc  gactctctgg  tctgcaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  gggtagcgaa
781   caggattaga  taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaggtg  tcagggggtt
841   tccgcccctt  ggtgctggag  ttaacgcatt  aagcactccg  cctggggagt  acggccgcaa
901   ggctgaaact  caaaagaatt  gacgggggcc  cgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt
961   cgaagctacg  cgaagaacct  taccaggtct  tgacatcctt  ttgccctccc  tagagatagg
1021  gacttccctt  cggggacaaa  agtgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg
```

```
1081  agatgttggg  ttaagtcccg  taacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc  agcattcagt
1141  tgggcactct  aaggtgactg  ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc
1201  atcatgcccc  ttatgacctg  ggcgacacac  gtgctacaat  ggatggtaca  gagggcagcg
1261  aagccgcgag  gtgaagcaaa  tcccacaaaa  ccattctcag  ttcggattgt  aggctgcaat
1321  tcgcctacat  gaagcaggaa  tcgctagtaa  tcgtggatca  gcatgccacg  gtgaatacgt
1381  tcccgggcct  tgtacacacc  gcccgtcaca  ccacgagagt  tgacaacacc  cgaagtcggt
1441  cgggtaaccg  taaggagcca  gccgccgaag  gtggggtcaa  tgat
```

十四、堆肥芽胞杆菌属（*Compostibacillus*）

【属特征描述】细胞为革兰氏阳性，能运动，能形成芽胞，杆状。芽胞圆柱形或椭圆形，端生，胞囊膨胀。中度嗜热。过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐不能被还原。细胞壁肽聚糖为 A1γ 型，含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 iso-支链酸和 anteiso-支链酸，iso-$C_{15:0}$ 含量最高，anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$ 含量中等。主要呼吸醌为 MK-7。已知菌株 DNA 的 G+C 含量为 43.2 mol%～43.7 mol%。模式种为 *Compostibacillus humi*。★**属名释意：***Compostibacillus* 中 *compostum* 为堆肥之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为堆肥芽胞杆菌属（Com.pos.ti.ba.cil′lus. N.L. neut. n. *compostum* compost；L. masc. n. *bacillus* a small rod；N.L. masc. n. *Compostibacillus* a rod-shaped bacterium from compost）。

281. *Compostibacillus humi*（土壤堆肥芽胞杆菌）

【种类编号】1-14-1。*Compostibacillus humi* Yu et al.，2014，sp. nov.（土壤堆肥芽胞杆菌）。★**模式菌株：**DX-3 = KCTC 33104 = CGMCC 1.12360。★**16S rRNA 基因序列号：**JX274434。★**种名释意：***humi* 为土壤之意，故其中文名称为土壤堆肥芽胞杆菌（hu′mi. L. gen. n. *humi*，of the soil）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 DX-3^T 是从我国广东污泥堆肥中分离得到的。★**形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.8）μm×（1.6～3.0）μm］、TSA 培养基上 50℃培养 48 h 后形成的菌落直径为 2～3 mm、呈圆形、全缘、光滑、棕黄色。★**生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30～60℃、7.0～10.0 和 0.5%～11%（w/v）；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 50℃、8.0～8.5 和 5.5%～6%（w/v）。观察到 β-溶血现象。★**生化特性：**能利用柠檬酸盐。甲基红和 V-P 反应为阴性。β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶和色氨酸脱氨酶为阴性。不产 H_2S、吲哚和 3-羟基丁酮。能水解明胶和酪蛋白，不能水解淀粉、七叶苷、DNA 和吐温 80。能利用下列化合物为唯一碳源：D-核糖、丙二酸钠、乙酸钠、乳酸、L-丙氨酸、糖原、3-羟基苯甲酸、L-丝氨酸、D-甘露醇、3-羟基丁酸、4-羟基苯甲酸和 L-脯氨酸。不能利用下列化合物作为唯一碳源：麦芽糖、蔗糖、D-葡萄糖、D-山梨醇、L-阿拉伯糖、丙酸和 L-组氨酸。能利用氯化铵、硝酸盐和硫酸铵为氮源，不能利用硝酸钠、硝酸钾、硝酸镁、乙酸铵和乌洛托品为阿拉伯糖氮源。利用下列化合物产酸：D-核糖、D-果糖、L-山梨糖、七叶苷、柠檬酸铁、D-己酮糖和 5-酮基-葡萄糖酸钾。不能利用下列化合物产酸：甘油、D-木糖、D-甘露糖、甲基 α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰氨基葡糖、苦杏仁苷、纤维二糖、乳糖、麦

芽糖、蔗糖、海藻糖、淀粉、木糖醇或 D-阿糖醇。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 A1γ，特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{17:0}$和 anteiso-$C_{15:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.7 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 DX-3^{T}与 Bacillaceae 相关属的同源性低于 96.2%，如 *Ornithinibacillus*（≤96.2%）、*Oceanobacillus*（≤94.5%）、*Virgibacillus*（≤94.6%）、*Terribacillus*（≤94.0%）、*Salinibacillus*（≤93.7%）和 *Bacillus*（≤93.4%）。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 DX-3^{T}与 *Oceanobacillus contaminans* DSM 22953^{T}的关联度为 31.2%～32.8%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc　ggacagaagt　tggatgccag
61　aggtcagaag　cttggacttc　tcgaggaagt　ttgattgttc　atctatgaag　atgactttca
121　tcttacttcc　ggcttccggc　atccgacttc　tgttagcggc　ggacgggtga　gtaacacgtg
181　ggcaacctgc　ctgtaagacc　gggataactt　gcggaaacgt　gagctaatac　cggataatga
241　tttctgccgc　atgacaggaa　tctgaaagac　ggcgcaagct　gtcacttaca　gatgggcccg
301　cggcgcatta　gctagttggt　ggggtaacgg　cctaccaagg　cgacgatgcg　tagccgacct
361　gagagggtga　tcggccacac　tgggactgag　acacggccca　gactcctacg　ggaggcagca
421　gtagggaatc　ttccgcaatg　gacgaaagtc　tgacggagca　acgccgcgtg　agcgaagaag
481　gtcttcggat　cgtaaagctc　tgttgtcagg　gaagaacaag　tacgagagta　actgctcgta
541　ccttgacggt　acctgaccag　aaagccacgg　ctaactacgt　gccagcagcc　gcggtaatac
601　gtaggtggca　agcgttgtcc　ggaattattg　ggcgtaaagc　gcgcgcaggc　ggtcctttaa
661　gtctgatgtg　aaagcccgcg　gcttaaccgc　ggagggtcat　tggaaactgg　aggacttgag
721　tgcagaagag　gagagtggaa　ttccacgtgt　agcggtgaaa　tgcgtagaga　tgtggaggaa
781　caccagtggc　gaaggcgact　ctctggtctg　taactgacgc　tgaggcgcga　aagcgtgggg
841　agcaaacagg　attagatacc　ctggtagtcc　acgccgtaaa　cgatgagtgc　taggtgttag
901　ggggtttccg　ccccttagtg　ctgaagttaa　cgcattaagc　actccgcctg　gggagtacgg
961　ccgcaaggct　gaaactcaaa　agaattgacg　ggggcccgca　caagcggtgg　agcatgtggt
1021　ttaattcgaa　gcaacgcgaa　gaaccttacc　aggtcttgac　atcctctgac　caccctagag
1081　gtagggcttt　cccttcgggg　acagagtgac　aggtggtgca　tggttgtcgt　cagctcgtgt
1141　cgtgagawgt　tgggttaagt　cccgcaacga　gcgcaatcct　tgagattagt　tgccagcatt
1201　cagttgggca　ctctagtctg　actgccgcag　acaatgcgga　ggaaggtggg　gatgacgtca
1261　aatcatcatg　ccccttatga　cctgggctac　acacgtgcta　caatggatgg　tacaaagggc
1321　agcgaaaccg　cgaggtggag　caaatcccac　aaaaccattc　tcagttcgga　ttgcaggctg
1381　caactcgcct　gcatgaagcc　ggaatcgcta　gtaatcgcgg　atcagaatgc　cgcggtgaat
1441　acgttcccgg　gccttgtaca　caccgcccgt　cacaccacga　gagttggtaa　cacccgaagt
1501　cggtgaggta　accgtttgga　gccagccgcc　gaaggtggga　ccaatgattg　gggtg

十五、房间芽胞杆菌属（*Domibacillus*）

【属特征描述】细胞为革兰氏阳性，能运动，严格好氧，杆状。芽胞很难被诱导形成，为球形至微椭圆形，中生或次中生，胞囊膨胀。菌落为红色。主要呼吸醌为 MK-6。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、一个未知的磷酸糖脂和一个未知的磷脂。细胞壁肽聚糖为 A1γ 型，含有 *meso*-二氨基庚二酸，主要的全细胞糖类为葡萄糖和核糖。主

要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$和 iso-$C_{17:0}$。DNA 的 G+C 含量为 44.1 mol%±0.5 mol%（HPLC）。模式种为 *Domibacillus robiginosus*。**★属名释意：***Domibacillus* 中 *domus* 为房间之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为房间芽胞杆菌属（N. masc. n. *domus*，house；L. masc. n. *bacillus*，a rod，and also a bacterial genus name；N.L. masc. n. *Domibacillus*，a Bacillus-like organism isolated from a house）。

282. *Domibacillus indicus*（印度房间芽胞杆菌）

【种类编号】1-15-1。*Domibacillus indicus* Sharma et al.，2014，sp. nov.（印度房间芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SD111 = MCC 2255 = DSM 28032。**★16S rRNA 基因序列号：**KF732820。**★种名释意：***indicus* 意为模式菌株分离自印度，故其中文名称为印度房间芽胞杆菌（in.di.cus. L. fem. adj. *indicus*，pertaining to India，the place of isolation of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $SD111^T$ 是从印度拉克沙群岛的海洋沉积物（采自 5 m 深处）中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状，好氧、不运动，革兰氏阳性，形成芽胞，端生。TSA 培养基培养 48 h 菌落不产色素、透明，延长培养时间菌落变为红色。**★生理特性：**在海水琼脂培养基中生长良好，生长温度为 10～40℃（最适为 28～30℃）、生长 pH 为 6～10（最适 pH 7.5±0.2），最高耐盐性为 6% NaCl（w/v），2%时生长良好。**★生化特性：**能利用淀粉、纤维二糖、苦杏仁糖、D-葡萄糖、棉籽糖、L-鼠李糖、海藻糖、松二糖和 D-木糖产酸，不能利用 D-核糖醇和甲基-α-D-吡喃甘露糖苷。不能水解酪蛋白、七叶苷和明胶。淀粉酶、酯酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶和 β-葡萄糖苷酶为阳性，氧化酶和硝酸盐还原为阴性。酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-半乳糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。**★化学特性：**细胞壁含有 *meso*-二氨基庚二酸，肽聚糖为 A1γ 型，主要糖为葡萄糖和核糖。主要呼吸醌为 MK-6（100%）。主要极性脂包含磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油、未知的磷脂（PL1 和 PL2）。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.4 mol%。该菌株与 *D. robiginosus* DSM 25058^T 的 16S rRNA 基因序列同源性为 97.6%，DNA-DNA 杂交关联度为 37.7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tggaagtcag  cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtgggtaac  ctgcctgtaa  gattgggata
61    actccgggaa  accggggcta  ataccggata  acatcaagag  ctgcatggct  tctgattgaa
121   aggcggcttc  ggctgtcact  tccagatgga  cccgcggcgc  attagctagt  tggtgaggta
181   acggctcacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg  gtgatcggcc  acactgggac
241   tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttccgc  aatggacgaa
301   agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgagtgaa  gaaggttttc  ggatcgtaaa  actctgttgt
361   cagggaagaa  caagtacggg  agtaactgcc  cgtaccttga  cggtacctgg  ccagaaagcc
421   acggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggt  ggcaagcgtt  gtccggaatt
481   attgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggcctt  ttaagtctga  tgtgaaagcc  cacggctcaa
541   ccgtggaggg  tcattggaaa  ctggaaggct  tgagtgcaga  agagaagagc  ggaattccac
601   gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc  ggctctttgg
661   tctgtaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcgaa  caggattaga  taccctggta
721   gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaagtg  ttgggggtt  tccgcccctc  agtgctgcag
```

```
781    ctaacgcatt   aagcactccg   cctggggagt   acggccgcaa   ggctgaaact   caaaggaatt
841    gacgggggcc   cgcacaagcg   gtggagcatg   tggtttaatt   cgaagcaacg   cgaagaacct
901    taccaggtct   tgacatcccg   ctgaccggtc   tggagacaga   tcttcccctt   cgggggcagc
961    ggtgacaggt   ggtgcatggt   tgtcgtcagc   tcgtgtcgtg   agatgttggg   ttaagtcccg
1021   caacgagcgc   aacccttgat   cttagttgcc   agcattcagt   tgggcactct   aaggtgactg
1081   ccggtgacaa   accggaggaa   ggtggggatg   acgtcaaatc   atcatgcccc   ttatgacctg
1141   ggctacacac   gtgctacaat   ggatggtaca   aagggctgca   agaccgcgag   gtttagccaa
1201   tcccataaaa   ccattctcag   ttcggattgc   aggctgcaac   tcgcctgcat   gaagctggaa
1261   tcgctagtaa   tcgcggatca   gcatgccgcg   gtgaatacgt   tcccgggcct   tgtacacacc
1321   gcccgtcaca   ccacgagagt   ttgcaacacc   cgaagtcggt   ggggtaaccc   ttacgggagc
1381   cagccgccga   aggtggggca   gatgattggg   gtgaagtcgt   aacag
```

283. *Domibacillus enclensis*（国化室房间芽胞杆菌）

【种类编号】1-15-2。*Domibacillus enclensis* Sonalkar et al.，2014，sp. nov.（国化室房间芽胞杆菌）。**★模式菌株：**NIO-1016 = DSM 25145 = NCIM 5462 = CCTCC AB 2011121。**★16S rRNA 基因序列号：**JF893466。**★种名释意：***enclensis* 是根据印度国家化学实验室的首字母缩写 NCL 而创造的词汇，故其中文名称为国化室房间芽胞杆菌（en.clen′sis. N.L. masc. adj. *enclensis*，arbitrary name formed from NCL，the acronym for the National Chemical laboratory，India，where taxonomic studies on this species were performed）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NIO-1016^{T} 是从印度 Chorao 岛的沉积物中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状、产红色素、革兰氏阳性、严格需氧、能运动，芽胞圆形至稍椭圆形亚末端生，胞囊膨大。NA 培养基上 28℃培养 48～72 h 后，菌落不透明、浅红色、圆形、边缘整齐。**★生理特性：**生长温度为 25～45℃（最适为 28～30℃），在 0～12%（w/v）NaCl 时可生长，盐是非必需的。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解淀粉，不能水解酪蛋白、脲酶、吐温 20、吐温 40、吐温 60、吐温 80 和七叶苷。β-半乳糖苷酶为阴性。能利用葡萄糖酸盐、乳糖、葡萄糖、海藻糖、棉籽糖、蔗糖、蜜二糖、纤维二糖、阿拉伯糖、木糖。苯丙氨酸脱氨酶、甲基红反应为阳性。不能利用鼠李糖、丙二酸盐、核糖醇和柠檬酸。不产 H_2S 和吲哚。硝酸盐还原、脲酶、鸟氨酸脱羧酶、赖氨酸脱羧酶为阴性。能利用 N-乙酰-β-葡萄糖苷酶、L-阿拉伯糖、D-半乳糖、甘油、甘露醇产酸，不能利用菊糖产酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸（A1γ 型），主要糖为葡萄糖和核糖。主要呼吸醌为 MK-6（89.3%）和 MK-7（8.7%）。主要极性脂包含二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、未知磷酸糖脂和磷脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 46.9 mol%。该菌株与 *D. robiginosus* DSM 25058^{T}、*D. indicus* DSM 28032^{T} 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 97.2%和 98.0%，与其他芽胞杆菌种类的同源性低于 96%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ttggatgtgg   ctcaggacga   acgcggcggc   gtgcctaata   catgcaagtc   gagcggattt
61     gatcagagct   tgctctggtc   aagttagcgg   cggacgggtg   agtaacacgt   gggcaacctg
121    ccctgcagat   tgggataact   ccgggaaacc   ggggctaata   ccgaataata   tagagrgttt
```

```
181   catgattttc  ttttgaaagg  cggcttcggc  tgtcactgca  ggatgggccc  gcggcgcatt
241   agctagttgg  tgaggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg
301   atcggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat
361   cttccgcaat  ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgaagaa  ggttttcgga
421   tcgtaaaact  ctgttgtcag  ggaagaacaa  gtatgggagt  aactgcccgt  accttgacgg
481   tacctggcca  gaaagccacg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtaggtggc
541   aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggcctttta  agtctgatgt
601   gaaagccccc  ggctcaaccg  gggagggtca  ttggaaactg  gaaggcttga  gtgcagaaga
661   gaagagcgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg
721   cgaaggcggc  tctttggtct  gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcgaacag
781   gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaagtgttg  gggggtttcc
841   gcccctcagt  gctgcagcta  acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggc
901   tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg  tttaattcga
961   agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catcccgctg  accgccctgg  agacagggct
1021  tccccttcgg  gggcagcggt  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga
1081  tgttgggtta  agtcccgcaa  cgagcgcaac  ccttgatctt  agttgccagc  attcagttgg
1141  gcactctaag  gtgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg  tcaaatcatc
1201  atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatgga  tggtacaaag  ggctgcaaga
1261  ccgcggaggt  ttagccaatc  ccataaaacc  attctcagtt  cggattgcag  gctgcaactc
1321  gcctgcatga  agctggaatc  gctagtaatc  gcggatcagc  atgccgcggt  gaatacgttc
1381  ccgggccttg  tacacaccgc  ccgtcacacc  acgagagttt  gcaacacccg  aagtcggtgt
1441  ggtaccctta  ctggattcca  gccgccgaag  gtggggcaga  tga
```

284. *Domibacillus robiginosus*（铁锈色房间芽胞杆菌）

【种类编号】1-15-3。*Domibacillus robiginosus* Seiler et al.，2013，sp. nov.（铁锈色房间芽胞杆菌）。**★模式菌株：**WS 4628 = DSM 25058 = LMG 26645。**★16S rRNA 基因序列号：**HE577175。**★种名释意：***robiginosus* 为铁锈色之意，故其中文名称为铁锈色房间芽胞杆菌（L. masc. adj. *robiginosus*，rusty，referring to the colony colour）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 WS 4628^T 是从疫苗生产企业的医药洁净室中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状 [（0.8～1.0）μm ×（3.0～4.0）μm]，革兰氏阳性，严格需氧，可运动，形成圆形至椭圆形芽胞。DEVA 培养基上，开始菌落为奶油色，后期橙色或微红色。30℃培养 7 d 后菌落直径为 1～2 mm，扁平至低凸、半透明、黏稠、边缘不规则。无色素产生。NA 培养基培养产生大量的异染质。**★生理特性：**生长温度为 13～45℃（最适为 30℃）、pH 为 6.5～8.5（最适为 7～8）、需盐浓度为 0～8.5%（w/v）（最适为 0.5%）。在添加 100 U/ml 的溶菌酶至 TSB 培养基中可生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。V-P 反应、硝酸盐还原、厌氧生长、柠檬酸利用和苯丙氨酸脱氨酶为阴性。不产生二羟基丙酮、吲哚和 H_2S，葡萄糖发酵不产气。能水解 DNA、七叶苷、淀粉和吐温 20、吐温 40 和吐温 60，不能水解酪蛋白、明胶、次黄嘌呤、卵磷脂、三丁酸甘油酯、吐温 80、酪氨酸、脲酶和黄嘌呤。能利用以下碳源产酸：葡萄糖酸钾、苦杏仁苷、熊果苷、纤维二糖、七叶苷、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、蜜二糖、棉籽糖、D-山梨醇、蔗糖、海藻糖、松二糖、苦杏仁糖、葡萄糖酸

盐、糖原、L-阿拉伯糖、L-鼠李糖、N-乙酰葡萄糖苷、水杨苷和淀粉。能利用葡萄糖酸钾、苦杏仁苷、熊果苷、纤维二糖、七叶苷、D-果糖、D-半乳糖、麦芽糖、蜜二糖、棉籽糖、松二糖、D-木糖、苦杏仁糖、葡萄糖酸盐、L-阿拉伯糖、L-鼠李糖、N-乙酰氨基葡萄糖、水杨苷和淀粉作为唯一碳源和能源。★**化学特性：**细胞壁的肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸（A1γ 型），主要全细胞糖是葡萄糖和核糖。主要呼吸醌为 MK-6。主要极性脂包含二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、未鉴定的磷酸糖脂和未鉴定的磷脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44.1 mol%。该菌株与 *Bacillus badius* ATCC 14574^T、*B. indicus* Sd/3^T、*Jeotgalibacillus alimentarius* YKJ-13^T 和 *B. cibi* JG-30^T 的 16S rRNA 同源性分别为 95.8%、94.8%、94.8%和 94.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      tcaggacgaa  cgctggcggc  gtgcctaata  catgcaagtc  gagcggactt  gacggagctt
61     gctccgttca  agttagcggc  ggacgggtga  gtaacacgtg  ggcaacctgc  cctgcagatt
121    gggataactc  cgggaaaccg  gggctaatac  cgaataacat  gggaaacctc  atggtttcct
181    tttaaaaggc  ggcttcggct  gtcactgcag  gatgggcccg  cggcgcatta  gctagttggt
241    gaggtaacgg  ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac
301    tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg
361    gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  agtgaagaag  gttttcggat  cgtaaaactc
421    tgttgtcagg  gaagaacaag  tacgggagta  actgaccgta  ccttgacggt  acctggccag
481    aaagccacgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtaggtggca  agcgttgtcc
541    ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggccttttaa  gtctgatgtg  aaagcccccg
601    gctcaaccgg  ggagggtcat  tggaaactgg  aaggcttgag  tgcagaagag  aagagcggaa
661    ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcggct
721    ctttggtctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcgaacagg  attagatacc
781    ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taagtgttgg  ggggtttccg  cccctcagtg
841    ctgcagctaa  cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgg  ccgcaaggct  gaaactcaaa
901    ggaattgacg  gggcccgca   caagcggtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa
961    gaaccttacc  aggtcttgac  atcccgctga  ccgtcctgga  gacaggattt  ccccttcggg
1021   ggcagcggtg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa
1081   gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttgatctta  gttgccagca  tttagttggg  cactctaagg
1141   tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat
1201   gacctgggct  acacacgtgc  tacaatggat  ggtacaaagg  gctgcaagac  cgcgaggttt
1261   agccaatccc  ataaaaccat  tctcagttcg  gattgcaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag
1321   ctggaatcgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc  gggccttgta
1381   cacaccgccc  gtcacaccac  gagagtttgc  aacacccgaa  gtcggtgggg  taacccttac
1441   gggagccagc  cgccgaaggt  ggggcagatg  attggggtga  agt
```

十六、假芽胞杆菌属（*Falsibacillus*）

【**属特征描述**】细胞杆状［（0.7～1.0）μm ×（1.8～3.5）μm］、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、次端生。嗜中温、嗜中性。TYB 培养基 37℃培养 2 d 后形成的菌落呈圆形、扁平、浅粉色。细胞的脂肪酸包括 iso-$C_{14:0}$、$C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{18:0}$、$C_{18:1\omega9c}$ 和 $C_{18:1\omega7c}$ and/or $C_{18:1\omega6c}$。

主要呼吸醌为 MK-7，细胞壁肽聚糖类型为 *meso*-二氨基庚二酸。极性脂类包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、两种氨基糖磷脂、5 种未知磷脂、两种磷酸糖脂和一种糖脂。模式菌株的 DNA 的 G+C 含量为 42.3 mol%。模式种为 *Falsibacillus pallidus*。**★属名释意：***Falsibacillus* 中 *falsus* 为假之意，*Bacillus* 为芽胞杆菌属之意，故其中文名称为假芽胞杆菌属（Fal.si.ba.cil'lus. L. adj. *falsus* false；N.L. masc. n. *Bacillus* a bacterial generic name；N.L. masc. n. *Falsibacillus* false *Bacillus*）。

285. *Falsibacillus pallidus*（苍白假芽胞杆菌）

【种类编号】1-16-1。*Falsibacillus pallidus*（Zhou et al.，2008）Zhou et al.，2009，comb. nov.（苍白假芽胞杆菌）=*Bacillus pallidus* Zhou et al.，2008，sp. nov.。**★模式菌株：**CW 7 = CCTCC AB 207188 = KCTC 13200 = LMG 24451。**★16S rRNA 基因序列号：**EU364818。**★种名释意：***pallidus* 为苍白之意，故其中文名称为苍白假芽胞杆菌（L. masc. adj. *pallidus*，pale，the light pink colour of colonies）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CW 7^T 是从我国安徽省森林土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞形态、菌落形态及色素与属描述相同。**★生理特性：**生长的温度和 pH 分别是 15～42℃和 6.0～8.5；最适生长温度和 pH 分别是 30～37℃和 7.0～8.0；无 NaCl 时菌株能生长，但 NaCl 浓度为 3%时，菌株不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为弱阳性，氧化酶为阴性。能水解酪蛋白和明胶，不能水解吐温 80、壳多糖、淀粉、DNA、果胶和酪氨酸。β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、脂肪酶、甲基-α-D-葡萄糖苷酶、鸟氨酸脱羧酶、赖氨酸脱羧酶和脲酶为阴性。硝酸钠不能被还原，不产 H_2S 和吲哚，V-P 反应为阳性。能利用七叶苷、葡萄糖酸盐、2-酮基-葡萄糖和 D-木糖。不能利用下列化合物：N-乙酰氨基葡萄糖、D-核糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-阿拉伯糖、L-阿糖醇、熊果苷、纤维二糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-果糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-半乳糖、D-苦杏仁糖、D-葡萄糖、甘油、糖原、肌醇、菊糖、5-酮基-葡萄糖酸、D-乳糖、苦杏仁苷、D-来苏糖、麦芽糖、甘露醇、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、甲基 α-D-甘露糖苷、甲基 β-D-木糖苷、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-水杨苷、山梨醇、L-山梨糖、淀粉、蔗糖、D-己酮糖、海藻糖、松二糖、木糖醇或 L-木糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁肽聚糖类型为 *meso*-二氨基庚二酸。极性脂类包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、两种氨基糖磷脂、5 种未知磷脂、两种磷酸糖脂和 一种糖脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.3 mol%。系统发育分析结果表明，菌株 CW 7^T 与 *Bacillus* 的种类 16S rRNA 基因序列同源性均低于 96.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     atgcaagtcg  agcggattga  tgggagcttg  ctccctgata  tcagcggcgg  acgggtgagt
61    aacacgtggg  caacctgcct  gtaagactgg  gataactccg  ggaaaccggg  gctaataccg
121   gataattcct  tcctcctcct  ggaggaaggc  tgaaagatgg  tttcggctat  cacttacaga
181   tgggcccgcg  gcgcattagc  tagttggtga  ggtaacggct  caccaaggcc  acgatgcgta
241   gccgacctga  gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg
301   aggcagcagt  agggaatctt  ccgcaatgga  cgaaagtctg  acggagcaac  gccgcgtgag
361   tgaagaaggt  tttcggatcg  taaaactctg  ttgttaggga  agaacaagtg  cgagagtaac
421   tgctcgcacc  ttgacggtac  ctaaccagaa  agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc
```

```
481   ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg
541   ttccttaagt  ctgatgtgaa  agcccacggc  tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactgggg
601   aacttgagtg  cagaagagaa  gagcggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg
661   tggaggaaca  ccagtggcga  aggcggctct  ttggtctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa
721   gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta
781   agtgttagag  ggtttccgcc  ctttagtgct  gcagctaacg  cattaagcac  tccgcctggg
841   gagtacggcc  gcaaggctga  aactcaaagg  aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag
901   catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  cctctgacaa
961   ccctagagat  agggcgttcc  ccttcggggg  acagagtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt
1021  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgaccttagt
1081  tgccagcatt  cagttgggca  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg
1141  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggacgg
1201  tacaaagggc  tgcaaaactg  caaagtcgag  ccaatcccat  aaaaccgttc  tcagttcgga
1261  ttgcaggctg  caactcgcct  gcatgaagct  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc
1321  cgcggtgaat  acgttcccgg  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttgtaa
1381  cacccgaagt  cggtggggta  acctttatgg  agc
```

十七、虚构芽胞杆菌属（*Fictibacillus*）

【属特征描述】细胞革兰氏染色阳性或可变，杆状［（0.5～1.0）μm×（2～5）μm］，常形成链状。芽胞球形至椭圆形，中生或端生，有时亚端生。形成芽胞的细胞比例会很低。菌落圆形且稍不规则，光滑，有光泽或有时无光泽，扁平，奶油状，乳白色至黄白色，在营养培养基上几乎不透明。该属的大多数成员为兼性厌氧，过氧化氢酶阴性。模式菌株的主要多胺为精胺和亚精胺。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺，无糖脂。主要脂肪酸为 iso-支链脂肪酸和 anteiso-支链脂肪酸。肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。DNA 的 G+C 含量为 35 mol%～42 mol%。模式种为 *Fictibacillus barbaricus*。**★属名释意：***Fictibacillus* 中 *fictus* 为假（虚构）之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为虚构芽胞杆菌属（L. adj. *fictus*，false；L. masc. n. *bacillus*，a rod and also a bacterial generic name；N.L. masc. n. *Fictibacillus*，false *Bacillus*）。

286. *Fictibacillus arsenicus*（砷虚构芽胞杆菌）

【种类编号】1-17-1。*Fictibacillus arsenicus*（Shivaji et al.，2005）Glaeser et al.，2013，comb. nov.（砷虚构芽胞杆菌）=*Bacillus arsenicus* Shivaji et al.，2005，sp. nov.。**★模式菌株：**Con a/3 = DSM 15822 = JCM 12167 = MTCC 4380。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ606700。**★种名释意：***arsenicus* 为砷之意，故其中文名称为砷虚构芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *arsenicus*，pertaining to arsenic）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Con a/3^{T} 是从荷兰的 Drentse A 农业研究领域的土壤中分离出来的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.3～0.5）μm×（1.4～2.0）μm］、严格好氧、革兰氏阳性、可运动，形成芽胞、次端生、胞囊不膨大。NA 培养基上 30℃培养的菌落直径为 1～2 mm、呈奶油色、圆形、凸、光滑。**★生理特性：**适宜生长温度为 20～40℃，最适为 30℃，45℃时不生长；适宜生长的 pH 为 5.5～8.0；耐盐最高浓度为 1.0%。对下

列化合物敏感：氯霉素（30 μg）、卡那霉素（30 μg）、萘啶酸（30 μg）、新霉素（30 μg）、利福平（30 μg）、链霉素（10 μg）和四环素（30 μg），但耐阿莫西林（10 μg）和氨苄西林片（10 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶、淀粉酶和蛋白酶为阳性。精氨酸双水解酶为阴性。能水解淀粉和明胶，但不能水解尿素、吐温 20 或七叶苷。硝酸钠不能被还原，不产吲哚和 H_2S，甲基红、V-P 反应、柠檬酸盐利用为阴性。能利用 D-葡萄糖、D-果糖、D-麦芽糖、L-组氨酸。但不能利用以下碳源：D-纤维二糖、L-阿拉伯糖、富马酸盐、戊二酸、L-精氨酸、天冬氨酸、肌酸或酪氨酸。能利用 D-葡萄糖和 D-麦芽糖产酸，但不能利用乳糖或 D-木糖产酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、和 $C_{16:1\Delta7cis}$。主要极性脂是磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。主要呼吸醌为 MK-7。特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 35 mol%。16S rRNA 基因序列比对分析结果表明，菌株 Con a/3^T 与 *B. barbaricus* DSM 14730^T 的同源性为 97%，与 *B. barbaricus* 的 DNA-DNA 杂交关联度为 60%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgagttttga  tcctggctca  ggatgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61    cgaatgagag  gagcttgctc  ctctgattta  gcggcgcacg  ggtgagtaac  acgtgggtaa
121   tctgcctgta  agacggggat  aactgcggga  aaccggggct  aataccggat  aataagaaca
181   aacgcatgtg  gcttgtgtga  aagtcaggtt  tcgggtgaca  cttacagatg  agcccccggc
241   gcattagcta  gttggtgagg  taacagcctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag
301   agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccatac  tcctacggga  ggcagcagta
361   gggaatcttc  ggcaatgggc  gaaagtctga  ccgagcaacg  ccgggtgagc  gatgaaggcc
421   ttcgggtcgt  aaagctctgt  tgttagagaa  gaacaagtac  gagagtaact  gctcgtacct
481   tgacggtacc  taaccagaaa  gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta
541   ggtggcaagc  gttatccgga  attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  ctcttaagtc
601   tgatgtgaaa  gcccacggct  caaccgtgga  gggtcattgg  aaactgggag  acttgagtgc
661   aggagagaaa  agtggaattc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac
721   cagtggcgaa  ggcggctttt  tggcctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc
781   aaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctag  gtgttggggg
841   gttccacccct  cagtgctgaa  gttaacacat  taagcactcc  gcctggggag  tacgaccgca
901   aggttgaaac  tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc  agtggagcat  gtggtttaat
961   tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatcct  ctgaccactc  tagagataga
1021  gctttcccct  tcgggggaca  gagtgacagg  tggggcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt
1081  gagaggttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg  caccccttga  ccttagttgc  cagcattcag
1141  ttgtttactc  taaggtgatt  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat
1201  catcatgccc  cttatgacct  gggctacaca  cgtgctacaa  tggatggtac  aaagggttgc
1261  gaagccgcga  ggccaagcca  atcccaaaaa  gccattctca  gttcggattg  taggctgttt
1321  ctcgcctaca  tgaagccgga  attgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg
1381  ttcccgggcc  ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  tttgtaacac  ccgaagtcgg
1441  tggggtaacc  cttttgggag  ccagccgccg  aaggtgggac  agatgattgg  ggtgaagtcg
1501  taacaaggta  gccgt
```

287. *Fictibacillus barbaricus*（奇异虚构芽胞杆菌）

【种类编号】1-17-2。*Fictibacillus barbaricus*（Täubel et al.，2003）Glaeser et al.，2013，

comb. nov.（奇异虚构芽胞杆菌）=*Bacillus barbaricus* Täubel et al.，2003，sp. nov.。**★模式菌株：**V2-BIII-A2 = CCM 4982= DSM 14730。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ422145。**★种名释意：***barbaricus* 为奇特、奇异之意，故其中文名称为奇异虚构芽胞杆菌（L. adj. *barbaricus*，strange，foreign，referring to the strange behaviour towards growth at different pH）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 V2-BIII-A2^T 从定殖于奥地利维也纳美术院壁画的微生物中分离。**★形态特征：**菌株革兰氏阳性、兼性厌氧、耐碱、非运动、短杆状 [（0～5）μm ×（5～5.0）μm]。芽胞椭圆形、次端生、胞囊不膨大。在 PYES 培养基上菌落为褐色的，不透明，圆形，扁平，直径 3～7 mm。**★生理特性：**生长温度为 18～37℃，4℃或 47℃不生长。在 2%的 NaCl 中微弱生长，但在 5%或 7%的 NaCl 中不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶和脲酶为阴性。硝酸盐不还原，不产生吲哚和 H_2S。能由下列碳水化合物产酸：D-葡萄糖、七叶苷、N-乙酰氨基葡萄糖、麦芽糖、海藻糖、淀粉和糖原。由下列碳水化合物产酸活性可变：D-果糖、半乳糖、甲基-D-葡萄糖苷、乳糖、蔗糖和 D-松二糖。但不能由下列碳水化合物产酸：甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、L-木糖、核糖醇、甲基-β-木糖苷、D-甘露糖、L-山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、甲基 α-D-甘露糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、蜜二糖、菊糖、D-松三糖、棉籽糖、木糖醇、β-苦杏仁糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要极性脂为磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油，以及少量的未知磷脂、未知氨磷脂、未知的氨基脂质和未知的主要极性脂。主要的细胞脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{14:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**16S rRNA 序列分析结果表明，该菌株与 *Bacillus megaterium*、*B. flexus* 和 *B. cohnii* 的同源性分别为 94.6%、94.4%和 94.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     aatacatgca  agtcgagcga  atgatgagga  gcttgctcct  ctgatttagc  ggcggacggg
61    tgagtaacac  gtgggtaatc  tgcctgtaag  acggggataa  ctccgggaaa  ccggggctaa
121   taccggataa  taagaagaaa  cgcatgtttc  tttttgaaa   gtcggtttcg  gctgacactt
181   acagatgagc  ccgcggcgca  ttagctagtt  ggtgaggtaa  cggctcacca  aggcgacgat
241   gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca  cactgggact  gagacacggc  ccagactcct
301   acgggaggca  gcagtaggga  atcttcggca  atgggcgaaa  gctgaccgag  caacgccgcg
361   tgaggatgaa  ggccttcggg  tcgtaaagct  ctgttgttag  agaagaacaa  gtacgagagt
421   aactgctcgt  accttgacgg  tacctaacca  gaaagccacg  gctaactacg  tgccagcagc
481   cgcggtaata  cgtaggtggc  aagcgttatc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg
541   cggtctctta  agtctgatgt  gaaagcccac  ggctcaaccg  tggagggtca  ttggaaactg
601   ggagacttga  gtgcaggaga  gaaaagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag
661   atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcggc  tttttggcct  gtaactgacg  ctgaggcgcg
721   aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg
781   ctaggtgttg  gggggttcca  ccctcagtgc  tgaagttaac  acattaagca  ctccgcctgg
841   ggagtacgac  cgcaaggttg  aaactcaaag  gaattgacgg  gggcccgcac  aagcagtgga
901   gcatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcctctgacc
961   actctagaga  tagagctttc  cttcgggga   cagagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc
```

1021	agctcgtgtc	gtgagatgtt	gggttaagtc	ccgcaacgag	cgcaaccctt	gaccttagtt
1081	gccagcattc	agttgggcac	tctaaggtga	ctgccggtga	caaaccggag	gaaggtgggg
1141	atgacgtcaa	atcatcatgc	cccttatgac	ctgggctaca	cacgtgctac	aatggatggt
1201	acaaagggtt	gcgaagccgc	gaggccaagc	caatcccaaa	aagccattct	cagttcggat
1261	tgtaggctgc	aactcgccta	catgaagccg	gaattgctag	taatcgcgga	tcagcatgcc
1321	gcggtgaata	cgttcccggg	ccttgtacac	accgcccgtc	acaccacgag	agtttgtaac
1381	acccgaagtc	ggtggggtaa	ccctttggg	agccagccgc	c	

288. *Fictibacillus enclensis*（国化室虚构芽胞杆菌）

【种类编号】1-17-3。*Fictibacillus enclensis* Dastager et al.，2014，sp. nov.（国化室虚构芽胞杆菌）。**★模式菌株：**NIO-1003 = NCIM 5458 = DSM 25142。**★16S rRNA 基因序列号：**JF893461。**★种名释意：***enclensis* 是根据印度国家化学实验室的首字母缩写 NCL 而创造的词汇，故其中文名称为国化室虚构芽胞杆菌（en.clen'sis. N.L. masc. adj. *enclensis* arbitrary name formed from NCL，the acronym for the National Chemical Laboratory，India，where taxonomic studies on this species were performed）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NIO-1003^T 是从印度果阿邦 Chorao 岛收集的海洋沉积物样品中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.45～0.46）μm ×（3.0～3.2）μm］、单个或成对、革兰氏阳性、需氧、可运动。芽胞椭圆形。NA 培养基上培养 2 d 后，菌落直径为 0.5～1.0 mm，奶油色、不透明、圆形、光滑、凸起。**★生理特性：**生长温度为 15～42℃（最适 30℃）、pH 5～12（最适 pH 7～7.5），耐盐性达 12%。厌氧条件下不能生长，可以在 NA 培养基基上生长，不能在西蒙氏柠檬酸培养基、十六烷三甲基溴化铵琼脂和麦康基琼脂培养上生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。苯丙氨酸脱氨酶为阴性。Hi25 测试结果表明：能利用葡萄糖、果糖、肌醇和 D-甘露糖，β-半乳糖苷酶、赖氨酸脱羧酶、V-P 反应为阳性。精氨酸双水解酶、精氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、产吲哚和 H_2S、脲酶和硝酸盐还原为阴性。能水解淀粉、DNA、酪氨酸、吐温 20、七叶苷和酪蛋白，但不能水解吐温 80、明胶、羧甲基纤维素。能利用海藻糖、水杨苷和 D-果糖产酸。能利用 D-木糖、D-果糖、D-甘露糖、海藻糖、D-甘露醇、L-阿拉伯糖和水杨苷作为唯一碳源，但不能利用 D-乳糖、蔗糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、麦芽糖、蜜二糖、松二糖、纤维二糖、D-核糖、蜜三塘、棉籽糖、L-鼠李糖、L-山梨糖、核糖醇、L-阿拉伯醇、赤藓糖醇、木糖醇、D-山梨醇、肌醇、甘油、乙酸盐、苦杏仁糖、菊糖、苦杏仁苷、N-乙酰 D-葡萄糖胺、丙酮酸盐和甲基-α-葡萄糖苷。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂，以及检测到的少量氨基磷脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.6 mol%。该菌株与 *F. rigui* KCTC 13278^T、*F. solisalsi* KCTC 13181^T 和 *F. barbaricus* DSM 14730^T 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 98.2%、98.0%和 97.2%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gatgagagga	cttgctcctc	tgatttagcg	gcggagggtg	agtaacacgt	gggtaacctg
61	cctgtaagac	ggggataact	ccgggaaacc	ggagctaata	ccggatgata	acgagaagcg
121	cctgcttctt	ttttgaaagt	cggtttcggc	tgacgcttac	agatgggccc	gcggcgcatt

```
181     agctagttgg  tgaggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg
241     atcggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat
301     cttcggcaat  ggacgaaagt  ctgaccgagc  aacgccgcgt  gagcgatgaa  ggccttcggg
361     tcgtaaagct  ctgttgtcag  agaagaacaa  gtaccggagt  aactgccggt  accttgacgg
421     tacctgacca  gaaagccacg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtaggtggc
481     aagcgtgatc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggtttctta  attctgatgt
541     gaaagcccac  ggctcaaccg  tggagggtca  ttggaaactg  ggagacttga  gtgcaggaga
601     gaaaagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg
661     cgaaggcggc  tttttggcct  gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag
721     gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaggtgttg  gggggttcca
781     ccctcagtgc  tgacgttaac  acattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggc  cgcaaggctg
841     aaactcaaag  gaattgacgg  gggcccgcac  aagcagtgga  gcatgtggtt  taattcgaag
901     caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcctctgacc  acttgagaga  tcaagctttc
961     cccttcgggg  gacagagtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg
1021    ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgaccttag  ttgccagcat  tcagttgggc
1081    actctaaggt  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat
1141    gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatgggtg  gtacaaaggg  ttgcaaaccc
1201    gccaggccga  cccaatccca  aaaagccact  ctcagttcgg  attgtaggtt  gcaactcgcc
1261    tacatgaagc  cggaattgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg
1321    ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttgta  acacccgaag  tcggtggggt
1381    aaccttttgg  attccagccg  ccgaaggtgg  gacagatga
```

289. *Fictibacillus gelatini*（明胶虚构芽胞杆菌）

【种类编号】1-17-4。*Fictibacillus gelatini*（De Clerck et al.，2004）Glaeser et al.，2013，comb. nov.（明胶虚构芽胞杆菌）=*Bacillus gelatini* De Clerck et al.，2004，sp. nov.。**★模式菌株：**DSM 15865 = LMG 21880。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ551329。**★种名释意：***gelatini* 为明胶之意，故其中文名称为明胶虚构芽胞杆菌（N.L. n. *gelatinum*，gelatin；N.L. gen. n. *gelatini*，of gelatin）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DSM 15865^T 分离自污染的明胶中。**★形态特征：**菌体直线型，两端圆，革兰氏阳性，严格好氧，无鞭毛，菌体直径为 0.5～0.9 μm，长度为 4～5 μm。芽胞椭圆形，中生或端生。TSA 培养基上 30℃培养 4 d 的菌落呈淡黄色、中间偏黑、光滑、不规则边缘、表面蜡质、表层易碎、有凸起，菌落直径为 1～4 mm。**★生理特性：**最高生长温度为 58～60℃，最适生长温度为 40～50℃；最适生长 pH 为 5～8，最低生长 pH 为 4～5，最高生长 pH 为 9～10；15% NaCl 生长最适。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解酪蛋白、七叶苷和明胶。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸利用、产 H_2S 和吲哚、脲酶、色氨酸脱氨酶、V-P 反应和硝酸盐还原均为阴性。由下列碳水化合物产酸不产气（或反应较弱）：D-果糖、D-葡萄糖、甘油、甘露醇、海藻糖、甘露糖、D-木糖。不能利用下列碳水化合物产酸：核糖醇、苦杏仁苷、D-果胶糖或 L-果胶糖、D-阿糖醇或 L-阿糖醇、熊果苷、卫矛醇、赤藻糖醇、D-海藻糖或 L-海藻糖、苦杏仁糖、葡萄糖酸盐、肝糖、菊糖、2-酮基-D-葡萄糖

酸盐、乳糖、D-来苏糖、D-蜜二糖、甲基 D-甘露糖苷、甲基木糖苷、D-棉籽糖、鼠李糖、水杨苷、山梨醇、L-山梨糖、淀粉、蔗糖、D-己酮糖、L-木糖或木糖醇。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$和 anteiso-$C_{17:0}$（各含量分别为 60%、13%和 10%），脂肪酸 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$和 $C_{16:0}$含量较低（分别为 9%、4%和 2 %）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.5 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 DSM 15865^{T}与 *Bacillus* 种类的亲缘关系最近，但同源性均<97%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggacggaagg  agagcttgct
61     ctctggaagt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctgcctc  atagatgggg
121    ataacaccga  gaaatcggtg  ctaataccga  ataatagagc  ggagcgcatg  ctccgcgctt
181    gaaagtcggc  tttgagctga  cactatgaga  tgggcccgcg  gcgcattagc  tagtaggtga
241    ggtaacggct  cacctaggcg  acgatgcgta  gccgacctga  gagggtgatc  ggccacactg
301    ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt  cggcaatgga
361    cgaaagtctg  accgagcaac  gccgcgtgag  tgatgaaggt  tttcggatcg  taaaactctg
421    ttgtcaggga  agaacaagta  cgagagtaac  tgctcgtacc  ttgacggtac  ctgaccagaa
481    agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttgtccgg
541    aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  ttctttaagt  ctgatgtgaa  agcccacggc
601    tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactgggg  aacttgagtg  caggagagaa  aagtggaatt
661    ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcggcttt
721    ttggcctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781    ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  ggtgttgggg  ggttccaccc  tcagtgctga
841    cgttaacaca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacgaccgc  aaggttgaaa  ctcaaaggaa
901    ttgacggggg  cccgcacaag  cagtggagca  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac
961    cttaccaggt  cttgacatcc  tctgaccact  tgagagatca  agctttcccc  ttcgggggac
1021   agagtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc
1081   cgcaacgagc  gcaacccttg  accttagttg  ccagcattca  gttgggcact  ctaaggtgac
1141   tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc
1201   tgggctacac  acgtgctaca  atggatggta  caaagggctg  cgaaaccgca  aggtggagcc
1261   aatcccaaaa  agccattctc  agttcggatt  gtaggctgca  actcgcctac  atgaagccgg
1321   aattgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggc  cttgtacaca
1381   ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgtaaca  cccgaagtcg  gtgaggtaac  cttttggagc
1441   cagccgccga  aggtgggaca  gatgattggg  gtgaagtcgt  aacaa
```

290. *Fictibacillus macauensis*（澳门虚构芽胞杆菌）

【种类编号】1-17-5。*Fictibacillus macauensis*（Zhang et al.，2006）Glaeser et al.，2013，comb. nov.（澳门虚构芽胞杆菌）=*Bacillus macauensis* Zhang et al.，2006，sp. nov.。**★模式菌株：**ZFHKF-1 = DSM 17262 = JCM 13285。**★16S rRNA 基因序列号：**AY373018。**★种名释意：***macauensis* 意为模式菌株分离自我国澳门，故其中文名称为澳门虚构芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *macauensis*，pertaining to Macau，the city where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ZFHKF-1^{T}从我国澳门的饮用水处理厂分离得到的。**★形态特征：**菌株革兰氏阳性，杆状，形成芽胞。菌体在琼脂培养基和肉汤培养基中为

长链无分支的形态，长度超过 100 μm。★**生理特性：**适应生长的温度为 20～40℃，其中最适生长温度为 30℃。适应生长的 pH 为 6.0～10.0，其中最适生长 pH 为 8.5。NaCl 浓度为 5%～10%时会抑制菌株生长。★**生化特性：**过氧化氢酶为阳性。水解明胶。能利用 β-环糊精、纤维二糖、D-半乳糖、苦杏仁糖、α-D-葡萄糖、乳果糖、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露醇、D-甘露糖、3-甲基葡萄糖、L-鼠李糖、D-核糖、景天庚酮聚糖、α-酮戊二酸、L-苹果酸、琥珀酸单甲酯、L-谷氨酸、甘氨酰-L-谷氨酸、尿苷、5′-单磷酸尿苷、1-葡萄糖-磷酸。★**化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（67.2%）和 iso- $C_{15:0}$（21.7%），还有少量的 iso-$C_{14:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁的肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。★**分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 40.8 mol%。16S rRNA 分析结果表明，菌株 ZFHKF-1^T 与 *Bacillus* 种类的同源性均<96.1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gcttacacat  gcagtcgtaa  caaggtacca  gaagcttgct  tctcagacgt  tagcggcgga
61      cgggtgagta  acacgtgggc  aacctaccta  taagacgggg  ataactccgg  gaaaccgggg
121     ctaataccag  ataatcaaga  aaaacacctg  tttttcttgt  gaaagtcggt  ttcggctgac
181     acttatagat  gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtgag  gtaacggctc  accaaggcca
241     cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac
301     tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  ggcaatggac  gaaagtctga  ccgagcaacg
361     ccgcgtgagc  gatgaaggcc  ttcgggtcgt  aaagctctgt  tgtcagagaa  gaacaagtat
421     cggagtaact  gccggtacct  tgacggtacc  tgaccagaaa  gccacggcta  actacgtgcc
481     agcagccgcg  gtaatacgta  ggtggcaagc  gttatccgga  attattgggc  gtaaagcgcg
541     cgcaggcggt  tccttaagtc  tgatgtgaaa  gcccacggct  caaccgtgga  gggtcattgg
601     aaactgggga  acttgagtgc  aggagagaaa  agtggaattc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc
661     gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcggctttt  tggcctgtaa  ctgacgctga
721     ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga
781     tgagtgctag  gtgttggggg  gttccaccct  cagtgctgac  gttaacacat  taagcactcc
841     gcctggggag  tacggccgca  aggctgaaac  tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc
901     agtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatcct
961     ctgaccactt  gagagatcaa  gctttcccct  tcgggggaca  gagtgacagg  tggtgcatgg
1021    ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccttga
1081    ccttagttgc  cagcattcag  ttgggcactc  tagggtgact  gccggtgaca  aaccggagga
1141    aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct  gggctacaca  cgtgctacaa
1201    tgggtggtac  aaagggttgc  gaagccgcga  ggctaagcca  atcccaaaaa  gccactctca
1261    gttcggattg  taggctgcaa  ctcgcctaca  tgaagccgga  attgctagta  atcgcggatc
1321    agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc  ttgta
```

291. *Fictibacillus nanhaiensis*（南海虚构芽胞杆菌）

【种类编号】1-17-6。*Fictibacillus nanhaiensis*（Chen et al.，2011）Glaeser et al.，2013，comb. nov.（南海虚构芽胞杆菌）= *Bacillus nanhaiensis* Chen et al.，2011，sp. nov.。★**模式菌株：**JSM 082006 = DSM 23009 = KCTC 13712。★**16S rRNA 基因序列号：**GU477780。★**种名释意：***nanhaiensis* 意为模式菌株分离自我国南海，故其中文名称为南海虚构芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *nanhaiensis*，of or pertaining to Nanhai，the Chinese name for the South China Sea，the source of the sample from which the strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JSM 082006^T 是从我国南海硇洲岛收集的牡蛎中分离得到的。★形态特征：细胞杆状［(0.4～0.6) μm×(4.0～6.0) μm］、革兰氏阳性、弱嗜盐、兼性嗜碱、单生、成对或短链状，形成芽胞、次端生、胞囊不膨大。以周生鞭毛运动。NA 培养基上形成的菌落直径为 2～3 mm，呈浅黄色、平坦、透明、表面晶莹、边缘稍微不规则。无色素扩散。★生理特性：生长盐浓度是 0～18%（最适生长盐浓度是 0.5%～4.0%）；生长 pH 是 6.0～10.5（最适 pH 是 8.0）；生长温度是 15～45℃（最适生长温度是 30℃）。★生化特性：硝酸盐被还原成亚硝酸盐。过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。★化学特性：细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸类型为 $C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7，主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。★分子特性：基因组 DNA 的 G+C 含量为 40.2 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 JSM 082006^T 与 *B. barbaricus* 和 *B. arsenicus*、*B. rigui*、*B. solisalsi* 的 16S rRNA 序列的同源性分别为 99.1%、97.5%、96.6%和 96.1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     taatacatgc  aagtcgagcg  aatgatgagg  agcttgctcc  tctgatttag  cggcggacgg
61    gtgagtaaca  cgtgggtaat  ctgcctgtaa  gacggggata  actccgggaa  accggggcta
121   ataccggata  ataagagaag  aagcatttct  tctttttgaa  agtcggtttc  ggctgacact
181   tacagatgag  cccgcggcgc  attagctagt  tggtgaggta  acggctcacc  aaggcgacga
241   tgcgtagccg  acctgagagg  gtgatcggcc  acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc
301   tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttcggc  aatgggcgaa  agcctgaccg  agcaacgccg
361   cgtgagcgat  gaaggccttc  gggtcgtaaa  gctctgttgt  tagagaagaa  caagtacgag
421   agtaactgct  cgtaccttga  cggtacctaa  ccagaaagcc  acggctaact  acgtgccagc
481   agccgcggta  atacgtaggt  ggcaagcgtt  atccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgc
541   aggcggtctc  ttaagtctga  tgtgaaagcc  cacggctcaa  ccgtggaggg  tcattggaaa
601   ctgggagact  tgagtgcagg  agagaaaagt  ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta
661   gagatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc  ggctttttgg  cctgtaactg  acgctgaggc
721   gcgaaagcgt  ggggagcaaa  caggattaga  taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga
781   gtgctaggtg  ttgggggggtt  ccaccctcag  tgctgaagtt  aacacattaa  gcactccgcc
841   tggggagtac  gaccgcaagg  ttgaaactca  aaggaattga  cgggggcccg  cacaagcagt
901   ggagcatgtg  gtttaattcg  aagcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg  acatcctttg
961   accactctag  agatagagct  ttccccttcg  ggggacaaag  tgacaggtgg  tgcatggttg
1021  tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgggtt  aagtcccgca  acgagcgcaa  cccttgacct
1081  tagttgccag  cattcagttg  ggcactctaa  ggtgactgcc  ggtgacaaac  cggaggaagg
1141  tggggatgac  gtcaaatcat  catgcccctt  atgacctggg  ctacacacgt  gctacaatgg
1201  atgatacaaa  gggttgcgaa  gccgcgaggc  caagccaatc  ccaaaaagtc  attctcagtt
1261  cggattgtag  gctgcaactc  gcctacatga  agccggaatt  gctagtaatc  gcggatcagc
1321  atgccgcggt  gaatacgttc  ccgggccttg  tacacaccgc  ccgtcacacc  acgagagttt
1381  gtaacacccg  aagtcggtgg  ggtaaccctt  ttgggagcca  gccgccgaa
```

292. *Fictibacillus phosphorivorans*（脱磷虚构芽胞杆菌）

【种类编号】1-17-7。*Fictibacillus phosphorivorans* Glaeser et al.，2013，sp. nov.（噬磷虚构芽胞杆菌）。★模式菌株：Ca7 = CCM 8426 = LMG 27063。★16S rRNA 基因序列号：JX258924。★种名释意：*phosphorivorans* 中 *phosphorus* 为磷之意，*vorans* 为吞食之

意，故其中文名称为噬磷虚构芽胞杆菌［N.L. n. *phosphorus*（from L. n. *phosphorus*，morning- star，the light-bringer），phosphorus；L. part. adj. *vorans*，devouring；N.L. part. adj.*phosphorivorans* phosphorus-devouring］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Ca7^T 是从广泛除磷的生物反应器上分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（2.0～3.0）μm ×（0.8～1.0）μm］，革兰氏可变到阳性、兼性厌氧、不运动。芽胞中生、胞囊轻微膨大。没有发现细胞内含物。TSA 培养基培养 48 h 后，菌落直径为 2～3 m，圆形、凸起、有光泽。**★生理特性：**麦康凯培养基上不能生长。生长温度为 15～45℃（最适为 15～36℃），pH 为 6.5～11.5（最适为 7～8），1% NaCl 时可生长，2%以上不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阴性。不产吲哚和 H_2S。脲酶为弱阳性。明胶酶、β-半乳糖苷、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶和柠檬酸利用为阴性。不能水解明胶、淀粉和酪蛋白。不能利用 D-葡萄糖、乳糖、蔗糖、D-甘露醇、半乳糖醇、水杨苷、D-核糖醇、D-山梨醇、肌醇、L-阿拉伯糖、棉籽糖、L-鼠李糖、麦芽糖、D-木糖、海藻糖、赤藓糖醇、蜜二糖和 D-阿糖醇产酸。能利用以下化合物作为唯一碳源和能源：N-乙酰-D-葡萄糖胺、D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露糖、核糖、蔗糖、水杨苷、海藻糖、D-麦芽糖醇、乙酸盐、丙酸酯、壬二酸酯、富马酸盐、DL-3-羟基丁酸、DL-乳酸盐、L-苹果酸盐、丙酮酸盐、L-丙氨酸和 L-丝氨酸。不能利用 N-乙酰-D-半乳糖胺、L-阿拉伯糖、熊果苷、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、葡萄糖酸、D-核糖醇、蜜二糖、L-鼠李糖、D-木糖、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、腐胺、顺式-乌头酸、反式-乌头酸、己二酸盐、4-氨基丁酸、柠檬酸盐、戊二酸盐、衣康酸、2-酮戊二酸、中康酸、辛二酸盐、3-羟基苯甲酸、苯乙酸盐、D-丙氨酸、L-天冬氨酸、L-组氨酸、L-亮氨酸、L-鸟氨酸、L-苯丙氨酸、L-脯氨酸、L-色氨酸或 4-羟基苯甲酸酯。能水解 P-硝基苯-α-D-吡喃葡萄糖苷、P-硝基苯-β-D-葡萄糖醛酸、α-硝基苯基-β-D-吡喃葡萄糖苷、双-对-硝基苯基、对硝基苯基苯基膦、对硝基苯磷酰基氯、2-脱氧胸苷-5-对硝基苯，不能水解邻硝基苯基 β-D-吡喃半乳糖苷、对硝基苯-β-D-吡喃木糖苷、L-丙氨酸-对硝基苯胺、L-谷氨酸羧基-对硝基苯胺、L-脯氨酸-对硝基苯胺。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸，多胺主要含有亚精胺和精胺。主要呼吸醌为 MK-7。极性脂包含二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂、微量的未知磷脂和氨基磷脂，无糖脂。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**该菌株与 *B. nanhaiensis* JSM 082006^T、*B. barbaricus* V2-BIII-A2^T 和 *B. arsenicus* Con a/3^T 的 16S rRNA 同源性分别为 100%、99.2%和 97.7%，与 *B. gelatini*（96.4%）、*B. rigui*（96.4%）、*B. macauensis*（95.1%）和 *B. solisalsi*（96.1%）同源性也高，但与 *B. nanhaiensis* DSM 23009^T、*B. barbaricus* V2-BIII-A2^T、*B. arsenicus* DSM 15822^T 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 48%、31%、29%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      aacgctggcg  gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgagcgaat  gatgaggagc  ttgctcctct
61     gatttagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggtaatctg  cctgtaagac  ggggataact
121    ccgggaaacc  ggggctaata  ccggataata  agagaagaag  catttcttct  ttttgaaagt
181    cggtttcggc  tgacacttac  agatgagccc  gcggcgcatt  agctagttgg  tgaggtaacg
241    gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca  ctgggactga
301    gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttcggcaat  gggcgaaagc
```

```
361   ctgaccgagc aacgccgcgt gagcgatgaa ggccttcggg tcgtaaagct ctgttgttag
421   agaagaacaa gtacgagagt aactgctcgt accttgacgg tacctaacca gaaagccacg
481   gctaactacg tgccagcagc cgcggtaata cgtaggtggc aagcgttatc cggaattatt
541   gggcgtaaag cgcgcgcagg cggtctctta agtctgatgt gaaagcccac ggctcaaccg
601   tggagggtca ttggaaactg ggagacttga gtgcaggaga gaaaagtgga attccacgtg
661   tagcggtgaa atgcgtagag atgtggagga acaccagtgg cgaaggcggc tttttggcct
721   gtaactgacg ctgaggcgcg aaagcgtggg gagcaaacag gattagatac cctggtagtc
781   cacgccgtaa acgatgagtg ctaggtgttg gggggttcca ccctcagtgc tgaagttaac
841   acattaagca ctccgcctgg ggagtacgac cgcaaggttg aaactcaaag gaattgacgg
901   gggcccgcac aagcagtgga gcatgtggtt taattcgaag caacgcgaag aaccttacca
961   ggtcttgaca tcctttgacc actctagaga tagagctttc cccttcgggg gacaaagtga
1021  caggtggtgc atggttgtcg tcagctcgtg tcgtgagatg ttgggttaag tcccgcaacg
1081  agcgcaaccc ttgaccttag ttgccagcat tcagttgggc actctaaggt gactgccggt
1141  gacaaaccgg aggaaggtgg ggatgacgtc aaatcatcat gccccttatg acctgggcta
1201  cacacgtgct acaatggatg atacaaaggg ttgcgaagcc gcgaggccaa gccaatccca
1261  aaaagtcatt ctcagttcgg attgtaggct gcaactcgcc tacatgaagc cggaattgct
1321  agtaatcgcg gatcagcatg ccgcggtgaa tacgttcccg ggccttgtac acaccgcccg
1381  tcacaccacg agagtttgta acacccgaag tcggtggggt aacccttttg ggagccagcc
1441  gccg
```

293. *Fictibacillus rigui*（水生虚构芽胞杆菌）

【种类编号】1-17-8。*Fictibacillus rigui*（Baik et al.，2010）Glaeser et al.，2013，comb. nov.（水生虚构芽胞杆菌）=*Bacillus rigui* Baiket al.，2010，sp. nov.。**★模式菌株：**WPCB074 = JCM 16348 = KCTC 13278。**★16S rRNA 基因序列号：**EU939689。**★种名释意：***rigui* 为湿地之意，故其中文名称为水生虚构芽胞杆菌（L. gen. n. *rigui*，of a well-watered place）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 WPCB074^T 是从韩国牛浦湿地的淡水里分离得到的。**★形态特征：**严格好氧、可运动，形成芽胞杆菌。**★生理特性：**生长 NaCl 浓度为 0～9%（w/v）（最适 1%～2%），生长 pH 为 6～9（最适 pH 7～8），生长温度为 10～45℃（最适 20～37℃）。对下列物质敏感：阿米卡星（30 μg）、氨苄西林（10 μg）、氯霉素（30 μg）、红霉素（15 μg）、庆大霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、萘啶酸（30 μg）、青霉素（10 IU）、多黏菌素 B（300 IU）、链霉素（10 μg）、四环素（30 μg）和万古霉素（30 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。API ZYM 分析显示，碱性磷酸酶、α-胰凝乳蛋白酶、酯酶（C4）、β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶和亮氨酸芳基酰胺酶为阳性，但 N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、酸性磷酸酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、酯酶（C8）、α-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、酯酶（C14）、α-甘露糖苷酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、胰蛋白酶和缬氨酸芳基酰胺酶为阴性。可利用以下碳源（Biolog GP2）：腺苷酸、糊精、甘油、D-α-甘油磷酸和 L-α-甘油磷酸、α-酮戊二酸、琥珀酸单甲酯、吐温 40 和 D-木糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖中含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要的磷脂脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.9 mol%。16S rRNA 基因序列发育系统分析结果表明，菌株 WPCB074^T 与 *B.*

solisalsi YC1^{T}（98.4%）、*B. barbaricus* V2-BIII-A2^{T}（97.7%）、*B. macauensis* ZFHKF-1^{T}（96.9%）、*B. arsenicus* Con a/3^{T}（96.4%）及 *B. gelatini* LMG 21880^{T}（95.1%）非常相似。菌株 WPCB074^{T} 与 *B. solisalsi*、*B. barbaricus*、*B. macauensis*、*B. arsenicus* 和 *B. gelatini* 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 26%、17%、20%、14%和 7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gaacgctggc  ggcgtgccta  atacatgcaa  gtcgagcgaa  tgacgaggag  cttgctcctc
61    tgatttagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  tgggtaacct  gcctgtaaga  cggggataac
121   ttcgggaaac  cgaagctaat  accggataat  aaagagaaac  tcctgtttct  tttttgaaag
181   tcggtttcgg  ctgacgctta  cagatgggcc  cgcggcgcat  tagctagttg  gtgaggtaac
241   ggctcaccaa  ggccacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt  gatcggccac  actgggactg
301   agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  tcttcggcaa  tggacgaaag
361   tctgaccgag  caacgccgcg  tgagcgatga  aggccttcgg  gtcgtaaagc  tctgttgtca
421   gagaagaaca  agtaccggag  taactgccgg  taccttgacg  gtacctgacc  agaaagccac
481   ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggtgg  caagcgttat  ccggaattat
541   tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggttcctt  aagtctgatg  tgaaagccca  cggctcaacc
601   gtggagggtc  attggaaact  ggggaacttg  agtgcaggag  agaaaagtgg  aattccacgt
661   gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaggcgg  ctttttggcc
721   tgtaactgac  gctgaggcgc  gaaagcgtgg  ggagcaaaca  ggattagata  ccctggtagt
781   ccacgccgta  aacgatgagt  gctaggtgtt  gggggggttcc  accctcagtg  ctgacgttaa
841   cacattaagc  actccgcctg  gggagtacgg  ccgcaaggct  gaaactcaaa  ggaattgacg
901   ggggcccgca  caagcagtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc
961   aggtcttgac  atcctctgac  cactctagag  atagagcttt  ccccttcggg  ggacagagtg
1021  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac
1081  gagcgcaacc  cttgacctta  gttgccagca  ttcagttggg  cactctaagg  tgactgccgg
1141  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct
1201  acacacgtgc  tacaatgggt  ggtacaaagg  gttgcaaagc  cgcgaggccg  agccaatccc
1261  aaaaagccac  tctcagttcg  gattgtaggc  tgcaactcgc  ctacatgaag  ccggaattgc
1321  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc  gggccttgta  cacaccgccc
1381  gtcacaccac  gagagtttgt  aacacccgaa  gccggtgggg  taacctttg   gagccagccg
1441  tcgaaggtgg  gac
```

294. *Fictibacillus solisalsi*（盐土虚构芽胞杆菌）

【种类编号】1-17-9。*Fictibacillus solisalsi*（Liu et al.，2009）Glaeser et al.，2013，comb. nov.（盐土虚构芽胞杆菌）=*Bacillus solisalsi* Liu et al.，2009，sp. nov.。**★模式菌株：**YC1 = CGMCC 1.6854 = JCM 14863 = KCTC 13181。**★16S rRNA 基因序列号：**EU046268。**★种名释意：***solisalsi* 中 *solum* 为土壤之意，*salsus* 为盐之意，故其中文名称为盐土虚构芽胞杆菌（L. neut. n. *solum -i*，soil；L. adj. *salsus -a -um*，salty；N.L. gen. n. *solisalsi*，of a salty soil）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 YC1^{T} 是从我国含盐土壤中分离出来的。**★形态特征：**细胞杆状［0.9 μm ×（2.5～3.0）μm］、兼性厌氧、革兰氏阳性、依靠侧生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、次端生、胞囊膨大。LB 琼脂培养基上培养 2 d 后的菌落直径大小 1.0 mm、

奶油色、不透明、圆形、光滑、凸起。★**生理特性**：菌株生长温度是 15～53℃（最适生长温度是 35～42℃）；生长 pH 是 5～13（最适生长 pH 是 7～10）。耐盐浓度上限是 15%。在 NA 培养基上能生长，但在 Simmons 柠檬酸琼脂培养基、溴化十六烷基三甲铵琼脂培养基和麦康凯琼脂培养基上不能生长。对下列化合物敏感：链霉素（10 μg）、青霉素 G（10 μg）、氨苄西林（10 μg）、氯霉素（30 μg）、红霉素（15 μg）、四环素（30 μg）、氧氟沙星（5 μg）、阿莫西林（10 μg）、头孢唑啉（30 μg）、利福平（5 μg）、庆大霉素（10 μg）、头孢他啶（30 μg）、万古霉素（30 μg）、卡那霉素（30 μg）、羧苄西林（100 μg）和多黏菌素 B（30 μg）。★**生化特性**：过氧化氢酶和氧化酶为阳性。苯丙氨酸脱氨酶为阴性。API 20E 结果表明：β-半乳糖苷酶、赖氨酸脱羧酶和 V-P 反应为阳性。不产 H_2S 和吲哚。精氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶、鸟氨酸脱羧酶和硝酸盐还原为阴性。能水解淀粉、DNA、酪氨酸、吐温 20、七叶苷和酪蛋白，但不能水解吐温 80、明胶和羧甲基纤维素。能由海藻糖、水杨苷和 D-果糖产酸。能利用 D-木糖、D-果糖、D-甘露糖、海藻糖、D-甘露醇、L-阿拉伯糖和水杨苷，但不能利用 D-乳糖、蔗糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、麦芽糖、蜜二糖、松二糖、纤维二糖、D-核糖、松三糖、棉籽糖、L-鼠李糖、L-山梨糖、核糖醇、L-阿糖醇、*i*-赤藓糖醇、木糖醇、D-山梨醇、肌醇、糊精、甘油、乙酸盐、葡萄糖酸盐、菊糖、苦杏仁苷、N-乙酰基-D-氨基葡萄糖、丙酮酸或甲基-α-葡萄糖苷。★**化学特性**：主要呼吸醌是 MK-7。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。细胞的主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要的极性脂类是二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。★**分子特性**：菌株 DNA 的 G+C 含量是 41.8 mol%。16S rRNA 序列分析表明，该菌株与 *B. macauensis* JCM 13285^T 有高度同源性（98.0%），而 DNA-DNA 杂交表明与 *B. macauensis* JCM 13285^T 有较低的关联度（8.5%）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tacatgcaag tcgagcggac agatgaggag cttgctcctc tgatgttagc ggcggacggg
61    tgagtaacac gtgggcaacc tacctgtaag acggggataa ctccgggaaa ccggagctaa
121   taccggataa taaagagaaa cgcctgtttc tttttgaaa  gtcggtttcg gctgacactt
181   acagatgggc ccgcggcgca ttagctagtt ggtgaggtaa cggctcacca aggcgacgat
241   gcgtagccga cctgagaggg tgatcggcca cactgggact gagacacggc ccagactcct
301   acgggaggca gcagtaggga atcttcggca atggacgaaa gtctgaccga gcaacgccgc
361   gtgagcgatg aaggccttcg ggtcgtaaag ctctgttgtc agggaagaac aagtaccgga
421   gtaactgccg gtaccttgac ggtacctgac cagaaagcca cggctaacta cgtgccagca
481   gccgcggtaa tacgtaggtg gcaagcgttg tccggaatta ttgggcgtaa agcgcgcgca
541   ggcggttctt taagtctgat gtgaaagccc acggctcaac cgtggagggt cattggaaac
601   tggggaactt gagtgcagga gagaaaagtg gaattccacg tgtagcggtg aaatgcgtag
661   agatggggag gaaccccagt ggcgaaggcg gctttttggc ctgtaactga cgctgaggcg
721   cgaaagcgtg gggagcaaac aggattagat accctggtag tccacgccgt aaacgatgag
781   tgctaggtgt ttgggggggtt ccaccctcag tgctgacgtt aacacattaa gcactccgcc
841   tggggagtac gggccgcaag gctgaaactc aaaaggaatt gacgggggcc cgcacaagca
901   gtggagcatg tggtttaatt cgaagcaacg cgaagaacct taccaggtct tgacatcctc
961   tgaccacttg agagatcaag ctttcccctt cgggggacag agtgacaggt ggtgcatggt
1021  tgtcgtcagc tcgtgtcgtg agatgttggg ttaagtcccg caacgagcgc aacccttgac
1081  cttagttgcc agcattcagt tgggcactct aaggtgactg ccggtgacaa accggaggaa
1141  ggtggggatg acgtcaaatc atcatgcccc ttatgacctg ggctacacac gtgctacaat
```

```
1201    gggtggtaca    aagggttgcg    aagccgcgag    gccgagccaa    tcccaaaaag    ccactctcag
1261    ttcggattgt    aggctgcaac    tcgcctacat    gaagccggaa    ttgctagtaa    tcgcggatca
1321    gcatgccgcg    gtgaatacgt    tcccgggcct    tgtacacacc    gcccgtcaca    ccacgagagt
1381    ttgtaacacc    cgaagtcggt    ggggtaaccg    ttggagccag    ccgc
```

十八、线芽胞杆菌属（*Filobacillus*）

【属特征描述】细胞为杆状［（0.3～0.4）μm ×（3～7）μm］，革兰氏染色阴性，但细胞壁为革兰氏阳性类型，能运动。芽胞球形，端生，胞囊膨胀。过氧化氢酶和氧化酶为阴性。培养基未添加 NaCl 时不能生长（或生长微弱）。嗜中温，耐碱，嗜盐。利用葡萄糖不能产酸。V-P 反应为阴性。硝酸盐不能被还原成亚硝酸盐。KOH 测试为阴性。细胞壁为 A4β 变异型，含有 L-Orn-D-Glu。DNA 的 G+C 含量为 35 mol%。16S rRNA 序列系统发育分析结果表明，该属位于 *Bacillus* rRNA group 1 的边缘，与 *Bacillus haloalkaliphilus* 的亲缘关系最近。模式种为 *Filobacillus milosensis*。**★属名释意：***Filobacillus* 中 *filum* 为线之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为线芽胞杆菌属（L. neut. n. *filum*，thread；L. masc. n. *bacillus*，rod；N.L. masc. n. *Filobacillus*，a thread-like rod）。

295. *Filobacillus milosensis*（米洛斯岛线芽胞杆菌）

【种类编号】1-18-1。*Filobacillus milosensis* corrig. Schlesner et al.，2001，sp. nov.（米洛斯岛线芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SH 714 = ATCC 700960 = CIP 107088 = DSM 13259 = JCM 12288。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ238042。**★种名释意：***milosensis* 意为模式菌株分离自希腊米洛斯岛，故其中文名称为米洛斯岛线芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *milosensis*，from the island Milos，Greece，where the organism was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SH 714^T 是从希腊米洛斯岛位于 Palaeochori 湾附近的热液喷口一个浅水区沙滩上的沉积层中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.3～0.4）μm ×（3～7）μm］、可运动、有单极鞭毛、喜温。在含 10% NaCl 的 M13 培养基上形成的菌落直径为 1～2 mm，呈白色、光滑。**★生理特性：**无 NaCl 条件下不生长。生长的 NaCl 浓度是 2%～23%，最适 NaCl 浓度是 8%～14%；最适生长的温度是 33～38℃，最高生长温度是 40～42℃；生长的 pH 是 6.5～8.9，最适生长 pH 是 7.3～7.8。对氨苄西林、氯霉素、链霉素和四环素敏感，但耐卡那霉素。**★生化特性：**能水解马尿酸盐、DNA 和三丁酸甘油酯，不能水解七叶苷、酪蛋白、明胶、淀粉和支链淀粉。不能利用下列化合物产酸：D-葡萄糖、D-半乳糖、D-果糖、麦芽糖、甘露醇、蔗糖、海藻糖或 D-木糖。L-丙氨酸氨基肽酶和磷酸酶为阴性。**★分子特性：**菌株的 DNA 的 G+C 含量为 35 mol%。16S rRNA 序列比对结果显示，菌株与 *B. haloalkaliphilus* 的同源性为 96%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gctggcggcg    tgcctaatac    atgcaagtcg    agcgcgggaa    gcagactgaa    tccttcggga
61     ggacgtctgt    ggaacgagcg    gcggacgggt    gagtaacacg    tgggcaacct    gcctgtaaga
121    ctgggataac    tccgggaaac    cggggctaat    accggataac    acatcggttc    gcatgaaccg
181    atgatgaaag    atggcttctt    gctatcactt    acagatgggc    ccgcggcgca    ttagctagtt
241    ggtggggtaa    cggcctacca    aggcaacgat    gcgtagccga    cctgagaggg    tgatcggcca
301    cactgggact    gagacacggc    ccagactcct    acgggaggca    gcagtaggga    atcatccgca
```

361 atggacgaaa gtctgacggt gcaacgccgc gtgagtgagg aaggtcttcg gatcgtaaag
421 ctctgttgtt agggaagaac aagtcccgtt cgaataggac ggggccttga cggtacctaa
481 ccagaaagcc acggctaact acgtgccagc agccgcggta atacgtaggt ggcaagcgtt
541 gtccggaatt attgggcgta aagcgcgcgc aggcggttcc ttaagtctga tgtgaaagcc
601 cacggctcaa ccgtggaggg tcattggaaa ctggggaact tgagtacaga agaggagagc
661 ggaattccac gtgtagcggt gaaatgcgta gatatgtgga ggaacaccag tggcgaaggc
721 ggctctctgg tctgttactg acgctgaggt gcgaaagcgt ggggagcgaa caggattaga
781 taccctggta gtccacgccg taaacgatga gtgctaggtg ttaggggttt ccaccccttag
841 tgctgcagtt aacgcaataa gcactccgcc tggggagtac ggccgcaagg ctgaaactca
901 aaggaattga cgggggcccg cacaagcggt ggagcatgtg gtttaattcg aagcaacgcg
961 aagaacctta ccaggtcttg acatctttgg accaccctag agatagggtc ttcccttcgg
1021 ggaccaaatg acaggtggtg catggttgtc gtcagctcgt gtcgtgagat gttgggttaa
1081 gtcccgcaac gagcgcaacc cttgatctta gttgccagca ttcagttggg cactctaagg
1141 tgactgccgg tgacaaaccg gaggaaggtg gggatgacgt caaatcatca tgccccttat
1201 gacctgggca acacacgtgc tacaatggat ggtacaatgg gacgcgaaac cgcgaggtga
1261 agcaaatccc aaaaagccat tctcagttcg gattgtaggc tgcaactcgc ctgcatgaag
1321 ccggaatcgc tagtaatcgt ggatcagcat gccacggtga atacgttccc gggccttgta
1381 cacaccgccc gtcacaccac gagagttggt aacacccgaa gtcggtggag taaccttttg
1441 gagctagccg ccgaaggtgg gaccaatgat tggggtgaag tcgtaacaag g

十九、地芽胞杆菌属（*Geobacillus*）

【属特征描述】营养细胞杆状，单个存在或形成短链状，以周生鞭毛运动或不运动，细胞壁结构为革兰氏阳性类型，但革兰氏染色在阳性和阴性之间可变。每个细胞形成一个芽胞，椭圆形或圆柱形，端生或亚端生，胞囊略微膨胀或不膨胀。菌落形态和大小可变，在某些培养基上可产生色素。化能有机营养型，好氧或兼性厌氧，氧为末端电子受体（有些种可以被硝酸盐代替）。严格嗜热，生长温度为 37～75℃（最适 55～65℃）。嗜中性，生长 pH 为 6.0～8.5（最适 pH 6.2～7.5）。大多数种不需要生长因子、维生素、NaCl 和 KCl。利用下列物质产酸但不产气：葡萄糖、果糖、麦芽糖、甘露糖和蔗糖。大多数种不能利用乳糖产酸。大多数种产生过氧化氢酶。苯丙氨酸不能被脱氨，不能水解酪氨酸。不产吲哚。氧化酶为阴性。V-P 反应为阴性。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$，占总含量的 60%以上。主要呼吸醌为 MK-7。DNA 的 G+C 含量为 48.2 mol%～58 mol%（T_m 法）。大多数种在自然界广泛分布。模式种为 *Geobacillus stearothermophilus*。**★属名释意：***Geobacillus* 中 *Gê* 为土地之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为地芽胞杆菌属（Gr. n. *Gê*，the Earth；L. masc. n. *bacillus*，small rod；N.L. masc. n. *Geobacillus*，earth or soil small rod）。

296. *Geobacillus caldoxylosilyticus*（热解木糖地芽胞杆菌）

【种类编号】1-19-1。*Geobacillus caldoxylosilyticus*（Ahmad et al.，2000）Fortina et al.，2001，comb. nov.（热解木糖地芽胞杆菌）=*Saccharococcus caldoxylosilyticus* Ahmad et al.，2000，sp. nov.。**★模式菌株：**S1812 = ATCC 700356 = DSM 12041。**★16S rRNA** 基因序列号：AF067651。**★种名释意：***caldoxylosilyticus* 中 *caldo* 为热之意，*xylosum* 为木糖之

意，*lyticus* 为降解之意，故其中文名称为热解木糖地芽胞杆菌（L. adj. *caldus*，hot；N.L. neut. n. *xylosum*，xylose；N.L. adj. *lyticus -a -um*（from Gr. adj. *lutikos -ê -on*），able to loosen，able to dissolve；N.L. masc. adj. *caldoxylosilyticus*，hot and xylose-degrading）。

【种类描述】★菌株来源：芽胞杆菌 S1812^T 菌株是从土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.1～0.5）μm ×（4～6）μm］、革兰氏阳性、兼性厌氧、单生、成对或链状生长，形成芽胞、椭圆形、中生到端生、胞囊轻微膨大。菌落扁平至凸起、圆形或有裂纹、光滑、不透明。**★生理特性：**生长温度是 42～70℃；最适生长温度和 pH 分别是 50～65℃和 6.8～7.2。含 3% NaCl 时菌株不能生长。**★生化特性：**氧化酶为阴性，过氧化氢酶为阳性。能还原硝酸盐，厌氧条件下硝酸盐能产气。能水解淀粉和酪蛋白。不产吲哚。脲酶为阴性，V-P 反应为阴性。利用下列化合物产酸：葡萄糖、果糖、蔗糖、麦芽糖、海藻糖、乳糖、半乳糖、纤维二糖、阿拉伯糖、核糖和木糖。能利用下列碳源：纤维二糖、糖原、乳酸（弱）、乳糖、棉籽糖、淀粉、蔗糖、海藻糖和木聚糖。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44 mol%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 S1812^T 与 *B. stearothermophilus*、*B. thermodenitrificans* 和 *Saccharococcus thermophilus* 的关联度分别为 43%、28%和 35%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agatcctggc tcaggacgaa cgtgggcggg gtgcctaata catgcaagtc gagcggaccg
61    aacaggagct tgctcttgtt cggttagcgg cggacgggtg agtaacacgt gggtaaccta
121   cccgtaagac cgggataact ccgggaaacc ggagctaata ccggataaca ccaaagaccg
181   catggtcttt ggttgaaagg cggcttcggc tgtcacttac ggatgggccc gcggcgcatt
241   agctagttgg tgaggtaacg gctcaccaag gcgacgatgc gtagccggcc tgagagggtg
301   accggccaca ctgggactga aacacggccc agactcctac gggaggcagc agtagggaat
361   cttccgcaat ggacgaaagt ctgacggagc gacgccgcgt gagcgaagaa ggtcttcgga
421   tcgtaaagct ctgttgttag ggaagaagaa gtaccgttcg aatagggcgg tacggtgacg
481   gtacctaacg agaaagcccc ggctaactac gtgccagcag ccgcggtaat acgtaggggg
541   cgagcgttgt ccggaattat tgggcgtaaa gcgcgcgcag gcggtccctt aagtctgatg
601   tgaaagccca cggctcaacc gtggagggtc attggaaact gggggacttg agtgcagaag
661   aggagagcgg aattccacgt gtagcggtga aatgcgtaga gatgtggagg aacaccagtg
721   gcgaaggcgg ctctctggtc tgtaactgac gctgaggcgc gaaagcgtgg ggagcaaaca
781   ggattagata ccctggtagt ccacgccgta aacgatgagt gctaagtgtt agaggggtca
841   aacccctttag tgctgtagct aacgcgttaa gcactccgcc tggggagtac ggccgcaagg
901   ctgaaactca aaggaattga cgggggcccg cacaagcggt ggagcatgtg gtttaattcg
961   aagcaacgcg aagaacctta ccaggtcttg acatcccctg acaaccctgg agacagggcg
1021  ttcccccttc ggggggacag ggtgacaggt ggtgcatggt tgtcgtcagc tcgtgtcgtg
1081  agatgttggg ttaattcccg caacgagcgc aaccctcgcc cttagttgcc agcattcagt
1141  tgggcactct agggggactg ccggtgacaa accggaggaa ggtggggatg acgtcaaatc
1201  atcatgcccc ttatgacctg ggctacacac gtgctacaat gggcggtaca aagggctgcg
1261  aacccgcgag gggggagccaa tcccaaaaag ccgctctcag ttcggattgc aggctgcaac
1321  tcgcctgcat gaagccggaa tcgctagtaa tcgcggatca gcatgccgcg gtgaatacgt
1381  tcccgggcct tgtacacacc gcccgtcaca ccacgagagc ttgcaacacc cgaagtcggt
1441  gaggtaaccc gcaagggagc cagccggcga aggtggggca agtgattggg gtgaagtcgt
1501  aacaaggtan cngtac
```

297. *Geobacillus galactosidasius*（产半乳糖苷酶地芽胞杆菌）

【种类编号】1-19-2。*Geobacillus galactosidasius* Poli et al.，2012，sp. nov.（产半乳糖苷酶地芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CF1B = ATCC BAA-1450 = DSM 18751。**★16S rRNA 基因序列号：**AM408559。**★种名释意：***galactosidasius* 为半乳糖苷酶之意，故其中文名称为产半乳糖苷酶地芽胞杆菌（N.L. n. *galactosidasum*，galactosidase；L. masc. suff. -*ius*，suffix with various meanings，but signifying in general made of or belonging to；N.L. masc. adj. *galactosidasius*，pertaining to galactosidase because this microorganism has good galactosidase activity）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CF1B^T 是从“堆肥实验体系”（泰奥拉，阿韦利诺，意大利）堆肥中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状、革兰氏阳性、运动、嗜热、形成芽胞。菌落白色、形状规则、边缘不规则。**★生理特性：**生长温度为 50～75℃（最适生长温度为 70℃）、pH 为 6～8（最适为 7.2）。对杆菌肽（10 μg），庆大霉素（30 μg），新生霉素（30 μg），四环素（30～50 μg），青霉素 G（2 U），卡那霉素（30 μg），氨苄西林（25 μg），林可霉素（15 μg），红霉素（30 μg），新霉素（30 μg）和万古霉素（30 μg）很敏感。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶、酪氨酸分解、马尿酸盐水解、硝酸盐和亚硝酸盐还原为阳性。不能水解酪蛋白、淀粉和明胶。苯丙氨酸脱氨酶为阴性。在含有半乳糖、棉籽糖、蔗糖、纤维二糖、木糖、乳糖、乙酸钠、正癸烷和正十五烷的培养基上生长良好。能产生 β-半乳糖苷酶。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为磷脂酰乙醇胺、二磷脂酰甘油、磷脂酰丝氨酸、磷脂酰甘油。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.8 mol%。该菌株与 *G. toebii* SK-1^T、*G. thermoglucosidasius* DSM 2542^T、*G. caldoxylosilyticus* ATCC 700356^T 和 *G. thermodenitrificans* DSM 465^T 的 16S rRNA 同源性分别为 99.4%、98.8%、98.6%和 97.0%，与 *G. thermoleovorans*、*G. toebii*、*G. thermoglucosidasius* 和 *G. caldoxylosilyticus* 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 7%、42%、39%和 34%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gtgagtaaca  cgtgggtaac  ctgcccgtaa  gaccgggata  actccgggaa  accggggcta
61    ataccggata  acaccgaaga  ccgcatggtc  tttggttgaa  aggtggcttt  tgctaccact
121   tacggatggg  cccgcggcgc  attagctagt  tggtgaggta  acggctcacc  aaggcgacga
181   tgcgtagccg  gcctgagagg  gtgaccggcc  acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc
241   tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttccgc  aatggacgaa  agtctgacgg  agcgacgccg
301   cgtgagcgaa  gaaggtcttc  ggatcgtaaa  gctctgttgt  tagggaagaa  gaagtaccgt
361   tcgaataggg  cggtacggtg  acggtaccta  acgagaaagc  cccggctaac  tacgtgccag
421   cagccgcggt  aatacgtagg  gggcgagcgt  tgtccggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg
481   caggcggtcc  cttaagtctg  atgtgaaagc  ccacggctca  accgtggagg  gtcattggaa
541   actgggggac  ttgagtgcag  aagaggagag  cggaattcca  cgtgtagcgg  tgaaatgcgt
601   agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cggctctctg  gtctgtaact  gacgctgagg
661   cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg
721   agtgctaagt  gttagagggg  ttttcccttt  agtgctgtag  ctaacgcgtt  aagcactccs
781   cctggggagt  acggccscaa  ggstgaaact  caaaggaatt  gacgggggcc  cscmcaascg
841   gtggascatg  tggtttaatt  sgaagcaacs  csaaraacct  taccargkct  tgacmtcccc
```

901　tgacmaccct　ggaracmggg　cgttcccccct　tcsgggggra　crggkkgacr　ggkgkkgmwt
961　ggttgyckyc　rsttckggyc　kggaratgtt　gggttaaktc　ccgcaacgag　cgcaaccctc
1021　gcccctagtt　gccagcattc　agttgggcac　tctaggggga　ctgccggyga　caawycggag
1081　gaaggtgggg　atgacgtcaa　atcatcatgc　cccttatgac　ctgggctaca　cacgtgctac
1141　aatgggcggt　acaaagggct　gcgaacccgc　gagggggagc　gaatcccaaa　aagccgctct
1201　cagttcggat　tgcaggctgc　aactcgcctg　catgaagccg　gaatcgctag　taatcgcgga
1261　tcagcatgcc　gcggtgaata　cgttcccggg　ccttgtacac　accgcccgtc　acaccacgag
1321　agcttgcaac　acccgaagtc　ggtgaggtaa　cccgtaaggg　agccagccgc　cgaaggtggg
1381　gcaagtgatt　ggggtgaagt　cgtaacaagg　tagccgtacc　ggaagg

298. *Geobacillus jurassicus*（侏罗纪地芽胞杆菌）

【种类编号】1-19-3。*Geobacillus jurassicus* Nazina et al.，2005，sp. nov.（侏罗纪地芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DS1 = VKM B2301 = DSM 15726。**★16S rRNA 基因序列号：**FN428697。**★种名释意：***jurassicus* 意为模式菌株分离自侏罗纪地质层，故其中文名称为侏罗纪地芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *jurassicus*，of Jurassic，referring to the geological period of oil-bearing formation，from where the strains were isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $DS1^T$ 是从我国高温大港油田中分离得到的。★形态特征：细胞杆状，借助周生鞭毛运动，嗜热、好氧、有机化能营养、革兰氏阳性，芽胞椭圆形、末端生、胞囊轻微膨大。NA 培养基上，菌落直径 2 mm，圆形、黏稠、无色。**★生理特性：**生长温度为 45～65℃（最适生长温度为 58～60℃），pH 为 6.4～7.8（最适为 7.0～7.2），无盐时能生长，耐盐性为 5%～5.5%（w/v）NaCl。可以在营养肉汤和马铃薯琼脂培养基上生长，不能在西蒙氏柠檬酸琼脂上生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性。能利用阿拉伯糖、纤维二糖、半乳糖、甘油、葡萄糖、果糖、麦芽糖、甘露糖、甘露醇、核糖、蔗糖和海藻糖产酸但不产气，不能利用核糖醇、肌醇、乳糖、棉籽糖、鼠李糖、山梨糖和木糖产酸。能将烃（C6、C10、C11、C14 和 C16）、甲烷油、乙酸盐、丁酸盐、丙酮酸盐、乳酸盐、苯甲酸盐、富马酸盐、琥珀酸盐、苹果酸盐、乙醇、蛋白胨、胰蛋白胨和酵母提取物作为唯一碳源和能源。不能利用甲醇、丙醇、丁醇、异丁醇、苯酚、苯丙氨酸、谷氨酸、丝氨酸、甲酸盐和丙酸盐，利用天冬酰胺和谷氨酰胺的能力弱。能利用蛋白胨产生氨气。不能降解尿素和酪氨酸，苯丙氨酸不能脱氨基，不能产生 H_2S、吲哚和二羟基丙酮。能水解七叶苷、明胶和淀粉，不能水解酪蛋白。不能发酵葡萄糖产气。不能利用 H_2+CO_2 进行自养生长。硝酸盐还原、卵黄卵磷脂、V-P 反应和甲基红反应为阴性。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 54.5 mol%。该菌株与 *G. uzenensis* 的同源性为 99.1%，但 DNA-DNA 杂交关联度低于 70%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc　ggacygaatg　ggagcttgct
61　cttgttcggt　cagcggcgga　cgggtgagta　acacgtgggc　aacctgcccg　caagaccggg
121　ataactccgg　gaaaccggag　ctaataccgg　ataacaccga　agaccgcatg　gtctttggtt
181　gaaaggcggc　gcaagctgcc　acttgcggat　gggcccgcgg　cgcattagct　agttggtgag
241　gtaacggctc　accaaggcga　cgatgcgtag　ccggcctgag　agggtgaccg　gccacactgg
301　gactgagaca　cggcccagac　tcctacggga　ggcagcagta　gggaatcttc　cgcaatgggc

```
361   gaaagcctga  cggagcgacg  ccgcgtgagc  gaagaaggcc  ttcgggtcgt  aaagctctgt
421   tgtgagggac  gaaggagcgy  cgttygaara  rggcggcgcg  gtgacggtac  ctcacgagga
481   agccccggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  agggggcgag  cgttgtccgg
541   aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  ttccttaagt  ctgatgtgaa  agcccacggc
601   tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactgggg  gacttgagtg  caggagagga  gagcggaatt
661   ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcggctct
721   ctggcctgca  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781   ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttagag  gggtcacacc  ctttagtgct
841   gcagctaacg  cgataagcac  tccgcctggg  gagtacggcc  gcaaggctga  aactcaaagg
901   aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961   accttaccag  gtcttgacat  cccctgacaa  cccaagagat  tgggcgttcc  cccttngggg
1021  ggacagggtg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa
1081  gtcccgcaac  gagcgcaacc  ctcgcctcta  gttgccagca  ttcggttggg  cactctakag
1141  ggactgccgg  cgacaagtcg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat
1201  gacctgggct  acacacgtgc  tacaatgggc  ggtacaaagg  gctgcgaacc  cgcgaggggg
1261  agcgaatccc  aaaaagccgc  tctcagttcg  gattgcaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag
1321  ccggaatcgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc  gggccttgta
1381  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagcttgc  aacacccgaa  gtcggtgagg  caacccgttt
1441  cgggagccag  ccgccgaagg  tggggcaagt  gattggggtg  aagtcgtaac  aaggtagccg
1501  taccggaagg
```

299. *Geobacillus kaustophilus*（嗜酷热地芽胞杆菌）

【种类编号】1-19-4。*Geobacillus kaustophilus*（Priest et al.，1989）Nazina et al.，2001，comb. nov.（嗜酷热地芽胞杆菌）=*Bacillus kaustophilus*（ex Prickett，1928）Priest et al.，1989，sp. nov.，nom. rev.。**★模式菌株：**ATCC 8005 = BGSC 90A1 = CCUG 28890 = CIP 106929 = DSM 7263 = JCM 20319 = LMG 9819 = NBRC 102445= NCCB 30003 = NRRL NRS-7281。**★16S rRNA 基因序列号：**X60618。异名：*Bacillus kaustophilus* Prickett 1928。**★种名释意：**种名中 *kaustos* 为酷热之意，*philus* 为喜好之意，故中文名称为嗜酷热地芽胞杆菌（Gr. adj. *kaustos*，burnt，red-hot；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *kaustophilus*，loving intense heat）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ATCC 8005^T 是从巴氏牛奶和土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.7～1.5）μm×（2.0～4.5）μm］、兼性好氧、能运动、革兰氏阳性。芽胞椭圆形、末端生、胞囊膨大。菌落直径为 2～3 mm，圆形至不规则、光滑、凸起、边缘整齐、透明，37～45℃培养时呈现浅棕色。由酪氨酸生成色素。**★生理特性：**最低生长温度为 37℃，最适为 60～65℃。2% NaCl 时可生长，5%时不能生长。含 2%氯化钠、0.3%亚碲酸钾和溶菌酶的培养基 68℃菌株能生长；含 5%氯化钠或 70℃培养菌株不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐还原为阳性。能水解酪蛋白、DNA、明胶、马尿酸盐、支链淀粉、淀粉和三丁酸甘油酯，不能水解七叶苷。酪氨酸培养基产色素。利用下列碳源产酸：核糖醇、纤维二糖、肌醇、麦芽糖、甘露糖、水杨苷、蔗糖、海藻糖和木糖，不能利用阿拉伯糖、甘油或核糖产酸。能利用柠檬酸盐，

不能利用乳酸。★**化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 53.9 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     nngagtttga  tcctcgctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61    cggaccaaat  cggagcttgc  tctgatttgg  tcagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg
121   caacctgccc  gcaagaccgg  gataactccg  ggaaaccgga  gctaataccg  gataacaccg
181   aagaccgcat  ggtctttggt  tgaaaggcgg  ctttggctgt  cacttgcgga  tgggcccgcg
241   gcgcattagc  tagttggtga  ggtaacggct  caccaaggcg  acgatgcgta  gccggcctga
301   gagggtgacc  ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt
361   agggaatctt  ccgcaatggg  cgaaagcctg  acggagcgac  gccgcgtgag  ngaagaaggc
421   cttcgggtcg  taaagctctg  ttgtgaggga  cgaaggagcg  ccgttcgaag  agggcggcgc
481   ggtgacggta  cctcangagn  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
541   tanggggcga  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gttccttaag
601   tctgatgtga  aagcccacgg  ctcaaccgtg  gagggtcatt  ggaaactggg  ggacttgagt
661   gcaggagagg  agagcggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac
721   accagtggcg  aaggcggctc  tctggcctgc  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga
781   gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aagtgttaga
841   ggggtcacac  cctttagtgc  tgcantaacg  cgataagcac  tccgcctggg  gagtacggcc
901   gcaaggctga  aactcaaagg  aattgacggg  ggccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta
961   attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ccctgacaac  ccaagagatt
1021  gggcgttctt  cgggggggaca  gggtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt
1081  gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg  caaccctcgc  ctctagttgc  cagcacgaag
1141  gtgggcactc  tagagggact  gccggcgaca  agtcggagga  aggtggggat  gacgtcaaat
1201  catcatgccc  cttatgacct  gggctacaca  cgtgctacaa  tgggcggtac  aaagggctgc
1261  gaacccgcga  gggggagcga  atcccaaaaa  gccgctctca  gttcggattg  caggctgcaa
1321  ctcgcctgca  tgaagccgga  atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg
1381  ttcccgggcc  ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  cttgcaacac  cc
```

300. *Geobacillus lituanicus*（立陶宛地芽胞杆菌）

【种类编号】1-19-5。*Geobacillus lituanicus* Kuisiene et al.，2004，sp. nov.（立陶宛地芽胞杆菌）。★**模式菌株：**N-3 = DSM 15325 = VKMB-2294。★**16S rRNA 基因序列号：**AY044055。★**种名释意：***lituanicus* 意为模式菌株分离自立陶宛，故其中文名称为立陶宛地芽胞杆菌（li.tu.a'ni.cus.M.L. adj. *lituanicus*，of Lithuania，referring to the Lithuanian oilfield from where the type strain was isolated）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 N-3^T 是从立陶宛高温油田分离得到的。★**形态特征：**细胞杆状［（4.4～5.8）μm ×（1.1～1.4）μm］，形成链状，借助周生鞭毛运动，革兰氏阳性，专性嗜热、需氧、好氧或兼性厌氧，化能异养，芽胞椭圆形、亚端生，胞囊轻微膨大。菌落黄褐色、圆形、小、凸起、不透明、有光泽。★**生理特性：**生长温度为 55～70℃（最适为 55～60℃），耐 NaCl 的生长浓度为 0～0.5%。无氧条件下硝酸盐是电子末端受体。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解酪蛋白、淀粉、胶原。能利用阿拉伯糖、纤维二糖、半乳糖、甘露醇、核糖和木糖产酸。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 52.5 mol%。菌株 N-3^T 与 *G. thermoleovorans* 和 *B. vulcani* DSM 13174^T 的 16S rRNA

序列同源性分别为 99.4%和 99.2%，DNA-DNA 杂交关联度分别为 40.0%和 51.0%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gagagtttga  tcctggctca  cgacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61    cggaccaaat  cggagcttgc  tctggtttgg  tcagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg
121   caacctgccc  gcaagaccgg  gataactccg  ggaaaccgga  gctaataccg  gataacaccg
181   aagaccgcat  ggtctttggt  tgaaaggcgg  cctttggctg  tcacttgcgg  atgggcccgc
241   ggcgcattag  ctagttggtg  aggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccggcctg
301   agagggtgac  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag
361   tagggaatct  tccgcaatgg  gcgaaagcct  gacggagcga  cgccgcgtga  gcgaagaagg
421   ccttcgggtc  gtaaagctct  gttgtgaggg  acgaaggggc  gccgttcgaa  gagggcggcg
481   cggtgacggt  acctcacgag  gaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac
541   gtagggggcg  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  agtcccttaa
601   gtctgatgtg  aaagcccacg  gctcaaccgt  ggagggtcat  tggagactgg  gggacttgag
661   tgcaggagag  gagagcggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa
721   caccagtggc  gaaggcggct  ctctggcctg  caactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg
781   agcaaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgacgagtgc  taagtgttag
841   aggggtcaca  ccctttagtg  ctgcagctaa  cgcgataagc  actccgcctg  gggagtacgg
901   ccgcaaggct  gaaactcaaa  ggaattgacg  ggggcccgca  caagcggtgg  agcatgtggt
961   ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  accccctgac  aacccaagag
1021  attgggcgtt  ccccсttcgg  ggggacaggg  tgacaggtgg  tgcatggttg  tcgtcagctc
1081  gtgtcgtgag  atgttgggtt  aagtcccgca  acgagcgcaa  ccctcgcctc  tagttgccag
1141  cacgaaggtg  ggcactctag  agggactgcc  ggcgacaagt  cggaggaagg  tggggatgac
1201  gtcaaatcat  catgcccctt  atgacctggg  ctacacacgt  gctacaatgg  gcggtacaaa
1261  gggctgcgaa  cccgcgaggg  ggagcgaatc  ccaaaaagcc  gctctcagtt  cggattgcag
1321  gctgcaactc  gcctgcatga  agccggaatc  gctagtaatc  gcggatcagc  atgccgcggt
1381  gaatacgttc  ccgggccttg  tacacaccgc  ccgtcacacc  acgagagctt  gcaacacccg
1441  aagtcggtga  ggcaacccgc  aagggagcca  gccgccgaag  gtggggcaag  tgattggggt
1501  gaagtcgtaa  caaggtagcc  gta
```

301. *Geobacillus stearothermophilus*（嗜热噬脂肪地芽胞杆菌）

【种类编号】1-19-6。*Geobacillus stearothermophilus* （Donk，1920）Nazina et al.，2001，comb. nov.（嗜热噬脂肪地芽胞杆菌）= *Bacillus stearothermophilus* Donk，1920。**★模式菌株：**R-35646 =ATCC 12980= BGSC 9A20 = CCM 2062 = BCRC（formerly CCRC）11092 = CCUG 26241 = CIP 66.23 = DSM 22 = IAM 11062 = IFO（now NBRC）12550 = JCM 2501 = KCTC 1665 = KCTC 1752 = LMG 6939 = NCCB 75019 = NCIMB 8923（formerly NCDO 1768）= NCTC 10339 = NRRL B-1172 = VKM B-510。**★16S rRNA 基因序列号：**AB021196。**★种名释意：***stearothermophilus* 中 *stear* 为脂肪之意，*thermê* 为热之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜热噬脂肪地芽胞杆菌（Gr. n. *stear*，fat; Gr. n. *thermê*，heat; N.L. adj. *philus*，loving；M.L. adj. *stearothermophilus*（presumably intended to mean），heat- and fat-loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 R-35646^{T} 可以从土壤、温泉、沙漠、北极水域、海洋沉积物、食物和堆肥分离得到。**★形态特征：**细胞杆状［（2～3.5）μm ×（0.6～1.0）μm］，

革兰氏阳性、靠周生鞭毛运动、芽胞椭圆形或圆柱形、胞囊不膨大或轻微膨大。**★生理特性：**化能有机营养。生长温度为 37～75℃，最适温度是 55～65℃；pH 为 6.0～8.5，最适 pH 为 6.2～7.5。最显著的鉴别特征是能在 65℃生长。对叠氮化合物敏感，不耐酸。葡萄糖培养基中，无氧的情况下，pH 低至 5.3～4.8，多数菌株能活跃生长，其他菌株则不能厌氧生长。**★生化特性：**葡萄糖厌氧发酵的产物主要是 L-乳酸，以及少量甲酸、乙酸和乙醇，其比例为 2∶1∶1。能利用麦芽糖和其他碳氢化合物作为能源。能利用麦芽糖、甘露糖和 C_{10}～C_{16} 碳水化合物作为碳源和能源，不能利用肌醇产酸。V-P 反应为阴性。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$，占据了总脂肪酸的 60%以上。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 55.2 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     acgaacgctg gcggcgtgcc taatacatgc aagtcgagcg gaccggattg gggcttgcct
61    tgattcggtc agcggcggac gggtgagtaa cacgtgggca acctgcccgc aagaccggga
121   taactccggg aaaccggagc taataccgga taacaccgaa gaccgcatgg tcttcggttg
181   aaaggcggcc tttgggctgt cacttgcgga tgggcccgcg gcgcattagc tagttggtga
241   ggtaacggct caccaaggcg acgatgcgta gccggcctga gagggtgacc ggccacactg
301   ggactgagac acggcccaga ctcctacggg aggcagcagt agggaatctt ccgcaatggg
361   cgaaagcctg acggagcgac gccgcgtgag cgaagaaggc cttcgggtcg taaagctctg
421   ttgtgaggga cgaaggagcg ccgttcgaag agggcggcgc ggtgacggta cctcacgaga
481   aagccccggc taactacgtg ccagcagccg cggtaatacg taggggggcga gcgttgtccg
541   gaattattgg gcgtaaagcg cgcgcaggcg gtctcttaag tctgatgtga aagcccacgg
601   ctcaaccgtg gagggtcatt ggaaactggg ggacttgagg gcaggagagg agagcggaat
661   tccacgtgta gcggtgaaat gcgtagagat gtggaggaac accagtggcg aaggcggctc
721   tctggcctgc acctgacgct gaggcgcgaa agcgtgggga gcaaacagga ttagataccc
781   tggtagtcca cgccgtaaac gatgagtgct aagtgttaga ggggtcacac cctttagtgc
841   tgcagctaac gcgataagca ctccgcctgg ggagtacggc cgcaaggctg aaactcaaag
901   gaattgacgg gggcccgcac aagcggtgga gcatgtggtt taattcgaag caacgcgaag
961   aaccttacca ggtcttgaca tcccctgaca acccaagaga ttgggcgttc cccttcggg
1021  gggacagggt gacaggtggt gcatggttgt cgtcagctcg tgtcgtgaga tgttgggtta
1081  agtcccgcaa cgagcgcaac cctcgcctct agttgccagc attcggttgg gcactctaga
1141  gggactgccg gcgacaagtc ggaggaaggt ggggatgacg tcaaatcatc atgcccctta
1201  tgacctgggc tacacacgtg ctacaatggg cggtacaaag ggctgcgaac ccgcgagggg
1261  gagcgaatcc caaaaagccg ctctcagttc ggattgcagg ctgcaactcg cctgcatgaa
1321  gccggaatcg ctagtaatcg cggatcagca tgccgcggtg aatacgttcc cgggccttgt
1381  acacaccgcc cgtcacacca cgagagcttg caacacccga agtcggtgag gtaaccctta
1441  cgggagccag ccgccgaagg tggggcaagt gattggggtg aagtcgtaac aaggtagccg
1501  taccggaagg tgcggctgga tca
```

302. *Geobacillus subterraneus*（地下地芽胞杆菌）

【种类编号】1-19-7。*Geobacillus subterraneus* Nazina et al.，2001，sp. nov.（地下地芽胞杆菌）。**★模式菌株：**34 = AS 12673 = DSM 13552 = VKM B-2226。**★16S rRNA 基因序列号：**AF276306。**★种名释意：***subterraneus* 为地下之意，故其中文名称为地下地芽胞杆菌（L. masc. adj. *subterraneus*，subterranean，below the Earth’s surface）。

【种类描述】★菌株来源： 菌株 34^T^ 是从高温油田地层水中分离得到的。**★形态特征：** 细胞杆状、以周生鞭毛运动、革兰氏阳性，形成芽胞、椭圆形、次端生或端生、胞囊不膨大。菌落呈圆形、黏稠、无色。**★生理特性：** 最低生长温度为 45～48℃，最高生长温度为 65～70℃。生长 pH 为 6.0～7.8。NaCl 为非生长所必需的，可耐受 3%～5% NaCl。**★生化特性：** 能还原硝酸盐；不能水解明胶、酪蛋白、淀粉和七叶苷；苯丙氨酸不能脱氨基；不能还原 Fe^{3+}；不能分解尿素和酪氨酸；不产 H_2S、吲哚和二羟基丙酮；V-P 反应为阴性；卵黄卵磷脂酶反应为阴性；甲基红反应为阳性；利用纤维二糖、半乳糖、甘油、甘露糖和核糖产酸不产气。利用下列化合物不产酸：核糖醇、阿拉伯糖、肌醇、棉籽糖、鼠李糖、山梨醇或木糖。能利用下列化合物为碳源和能源：C_{10}～C_{16} 的碳水化合物、甲烷和环环烷芳族油、苯乙酸盐、甲酸盐、乙酸、丁酸、丙酮酸、苯甲酸盐、富马酸盐、琥珀酸盐、蛋白胨、胰、营养肉汤、土豆琼脂、酵母提取物、苯酚、乙醇、丁醇和乳酸。**★化学特性：** 细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：** DNA 的 G+C 含量为 52.3 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 34^T^ 和 *B. thermoleovorans*、*B. kaustophilus*、*B. thermocatenulatus*、*B. stearothermophilus*、*B. thermodenitrificans*、*B. caldolyticus*、*B. caldotenax* 的同源性为 97.3%～99.5%；与 *B. thermoglucosidasius* 和 *S. thermophilus* 的同源性是 96.9%～97.9%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 34^T^ 与 *B. subtilis* 的关联度为 10%，与 *B. stearothermophilus*、*B. thermoleovorans*、*B. amyloliquefaciens*、*B. cereus*、*B. licheniformis*、*B. megaterium*、*B. subtilis*、*B. thuringiensis* 和 *B. smithii* 的关联度低于 20%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gagtttgatc  ctggctcagg  acgaacgctg  gcggcgtgcc  taatacatgc  aagtcgagcg
61    gaccgaacga  gagcttgctc  ttatttggtc  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtgggca
121   acctgcccgc  aagaccggga  taactccggg  aaaccggagc  taataccgga  taacaccgaa
181   gaccgcatgg  tcttcggttg  aaaggcggcc  tttggctgtc  acttgcggat  gggcccgcgg
241   cgcattagct  agttggtgag  gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccggcctgag
301   agggtgaccg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta
361   gggaatcttc  cgcaatggac  gaaagtctga  cggagcgacg  ccgcgtgagc  gaagaaggcc
421   ttcgggtcgt  aaagctctgt  tgtgagggac  gaaggagcgc  cgtttgaaca  aggcggcgcg
481   gtgacggtac  ctcacgagaa  agccccggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt
541   agggggcgag  cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  ttccttaagt
601   ctgatgtgaa  agcccacggc  tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactgggg  gacttgagtg
661   caggagagga  gagcggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca
721   ccagtggcga  aggcggctct  ctggcctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag
781   caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttagag
841   gggtcacacc  ctttagtgct  gcagctaacg  cgataagcac  tccgcctggg  gagtacggcc
901   gcaaggctga  aactcaaagg  aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt
961   aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  cccctgacaa  cccaagagat
1021  tgggcgttcc  cccttcgggg  ggacagggtg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt
1081  gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttgcctcta  gttgccagca
1141  ttcagttggg  cactctagag  ggactgccgg  cgaaaagtcg  gaggaaggtg  gggatgacgt
1201  caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct  acacacgtgc  tacaatgggc  ggtacaaagg
1261  gctgcgaacc  cgcgaggggg  agcgaatccc  aaaaagccgc  tctcagttcg  gattgcaggc
```

1321　tgcaactcgc　ctgcatgaag　ccggaatcgc　tagtaatcgc　ggatcagcat　gccgcggtga
1381　atacgttccc　gggccttgta　cacaccgccc　gtcacaccac　gagagcttgc　aacacccgaa
1441　gtcggtgagg　taacccttac　gggagccagc　cgccgaaagt　ggggcaagtg　attgg

303. *Geobacillus thermantarcticus*（热南极地芽胞杆菌）

【种类编号】1-19-8。*Geobacillus thermantarcticus*（Nicolaus et al.，2002）Coorevits et al.，2012，comb. nov.（热南极地芽胞杆菌）=*Bacillus thermantarcticus* corrig. Nicolaus et al.，2002，sp. nov.。**★模式菌株：**M1= BGSC 20A1 = DSM 9572。**★16S rRNA 基因序列号：**FR749957（clone 1），FR749958（clone 2），FR749959（clone 3）。**★种名释意：** *thermantarcticus* 中 *thermos* 为热之意，*antarcticus* 为南极之意，故其中文名称为热南极芽胞杆菌[Gr. adj. *thermos*，hot；L. masc. adj. *antarcticus*，southern，belonging to the Antarctica；N.L. masc. adj. *thermantarcticus*，a hot（bacterium）from Antarctica，isolated from Antarctic geothermal soil]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $M1^T$ 是从墨尔本山脉火山口附近的地热土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状 [（0.6～2.0）μm ×（3.0～5.0）μm]、好氧、革兰氏阳性，形成芽胞、椭圆形、端生。菌落不透明、扁平、边缘呈圆形。**★生理特性：**生长的温度是 37～65℃，最适生长温度是 63℃；生长的 pH 是 5.5～9.0，最适的生长 pH 为 6.0。在 2% NaCl 溶液中弱生长，在 5% NaCl 溶液中生长受到抑制。**★生化特性：**氧化酶为阳性，过氧化氢酶为阴性。能产生胞外多糖、胞外木聚糖酶、细胞内的乙醇脱氢酶、胞外和胞内 α-葡萄糖苷酶。能利用葡萄糖、海藻糖和木糖为唯一碳源。不能利用柠檬酸和丙酸。不能还原硝酸盐。能水解明胶和淀粉，不能水解酪蛋白。不能降解马尿酸盐和酪氨酸。**★化学特性：**细胞的主要脂肪酸为 anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{17:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.7 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1　agagtttgat　cctggctcag　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc
61　ggaccaaaca　ggagcttgct　cttgtttggt　tagcggcgga　cgggtgagta　acacgtgggt
121　aacctgcccg　taagaccggg　ataactccgg　gaaaccggag　ctaataccgg　ataacaccga
181　agaccgcatg　gtctttggtt　gaaaggcggc　ttcggctgcc　acttacggat　gggcccgcgg
241　cgcattagct　agttggtgag　gtaacggctc　accaaggcga　cgatgcgtag　ccggcctgag
301　agggtgaccg　gccacactgg　gactgagaca　cggcccagac　tcctacggga　ggcagcagta
361　gggaatcttc　cgcaatggac　gaaagtctga　cggagcgacg　ccgcgtgagc　gaagaaggtc
421　ttcggatcgt　aaagctctgt　tgttagggaa　gaagaagcgc　cgttcgaaca　gggcggcgcg
481　gtgacggtac　ctaacgagaa　agccccggct　aactacgtgc　cagcagccgc　ggtaatacgt
541　agggggcgag　cgttgtccgg　aattattggg　cgtaaagcgc　gcgcaggcgg　tcccttaagt
601　ctgatgtgaa　agcccacggc　ttaaccgtgg　agggtcattg　gaaactgggg　gacttgagtg
661　cagaagagga　gagcggaatt　ccacgtgtag　cggtgaaatg　cgtagagatg　tggaggaaca
721　ccagtggcga　aggcggctct　ctggtctgta　actgacgctg　aggcgcgaaa　gcgtggggag
781　caaacaggat　tagataccct　ggtagtccac　gccgtaaacg　atgagtgcta　agtgttagag
841　gggtttcccc　tttagtgctg　tggctaacgc　gttaagcact　ccgcctgggg　agtacggccg
901　caaggctgaa　actcaaagga　attgacgggg　gcccgcacaa　gcggtggagc　atgtggttta
961　attcgaagca　acgcgaagaa　ccttaccagg　tcttgacatc　ccctgacaac　cctggagaca

```
1021  gggcgttccc  ccttcggggg  gacagggtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg
1081  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  tcgcccctag  ttgccagcat
1141  tcagttgggc  actctagggg  gactgccggc  taaaagtcgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc
1201  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatgggcg  gtacaaaggg
1261  ctgcgaaccc  gcgagggga   gcgaatccca  aaaagccgct  ctcagttcgg  attgcaggct
1321  gcaactcgcc  tgcatgaagc  cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa
1381  tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagcttgca  acacccgaag
1441  tcggtgaggt  aacccttctg  ggagccagcc  gccgaaggtg  ggcaagtga   ttggggtgaa
1501  gtcgtaacaa  ggtagccgta  ccggaaggtg  cggctggatc  acctcctttc  t
```

304. *Geobacillus thermocatenulatus*（热小链地芽胞杆菌）

【种类编号】1-19-9。*Geobacillus thermocatenulatus* （Golovacheva et al.，1991）Nazina et al.，2001，comb. nov.（热小链地芽胞杆菌）=*Bacillus thermocatenulatus* Golovacheva et al.，1991，sp. nov.。**★模式菌株：**178 = DSM 730 = LMG 19007 = VKM B-1259。**★16S rRNA 基因序列号：**AY608935。**★种名释意：***thermocatenulatus* 中 *thermê* 为热之意，*catenulatus* 为链状之意，故其中文名称为热小链地芽胞杆菌（Gr. n. *thermê*，heat；N.L. adj. *catenulatus*，chain-like；N.L. masc. adj. *thermocatenulatus*，thermophilic，chain-like，referring to two of the organism's features）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 178^T 是从热气孔孔管内的黏液层分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［0.9 μm ×（6～8）μm］、兼性厌氧、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动。芽胞圆柱形、末端生、胞囊轻微膨大。最低生长温度为 35℃、固体培养最适温度为 65～75℃、液体培养 55～60℃、最高生长温度为 78℃。4% NaCl 可生长。**★生化特性：**柠檬酸利用、硝酸盐还原为阳性，不产 3-羟基丁酮、H_2S 和吲哚。能利用纤维二糖、果糖、半乳糖、葡萄糖、甘油、甘露糖、蔗糖和海藻糖产酸不产气。能利用麦芽糖、甘露糖和 C_{10}～C_{16} 碳水化合物作为唯一碳源和能源。不能利用肌醇产酸。V-P 反应为阴性。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$，占据了总脂肪酸的 60%以上。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 55.2 mol%。系统发育分析结果表明，菌株 178^T 与 *Bacillus megaterium* 的亲缘关系最近。16S rRNA 基因序列如下。

```
1    tcttttggag  agtttgatcc  tggctcagga  cgaacgctgg  cggcgtgcyt  aatacatgca
61   agtcgagcgg  accgaacggg  agcttgctct  cgtttggtca  gcggcggacg  ggtgagtaac
121  acgtgggcaa  cctgcccgca  agaccgggat  aactccggga  aaccggagct  aataccggat
181  aacaccgaag  accgcatggt  ctttggttga  aaggcggcct  ttggctgtca  cttgcggatg
241  ggcccgcggc  gcattagcta  gttggtgagg  taacggctca  ccaaggcgac  gatgcgtagc
301  cggcctgaga  gggtggacgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag
361  gcagcagtag  ggaatcttcc  gcaatgggcg  aaagcctgac  ggagcgacgc  cgcgtgagcg
421  aagaaggcct  tcgggtcgta  aagctctgtt  gtgagggacg  aaggagcgcc  gttcgaagag
481  ggcggcgcgg  tgacggtacc  tcacgagaaa  gccccggcta  actacgtgcc  agcagccgcg
541  gtaatacgta  gggggcgagc  gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggyggc
601  cccttaagtc  tgatgtgaaa  gcccacggct  caaccgtgga  gggtcattgg  aaactggggg
661  gcttgagggc  aggagaggag  agcggaattc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt
```

```
721   ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcggctctc  tggcctgcaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag
781   cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctaa
841   gtgttagagg  ggtcacaccc  tttagtgctg  cagctaacgc  gataagcact  ccgcctgggg
901   agtacggccg  caaggctgaa  actcaaagga  attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc
961   atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ccctgacaac
1021  ccaagagatt  gggcgttccc  ccttcggggg  gacagggtga  caggtggtgc  atggttgtcg
1081  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  tcgcctctag
1141  ttgccagcat  tcaggtgggc  actctagagg  gactgccggc  gacaagtcgg  aggaaggtgg
1201  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatgggcg
1261  gtacaaaggg  ctgcgaaccc  gcgagggggа  gcgaatccca  aaaagccgct  ctcagttcgg
1321  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagc  cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg
1381  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagcttgca
1441  acacccgaag  tcggtgaggc  aacccgcaag  ggagccagcc  gccgaaggtg  gggcaagtga
1501  ttggggtgaa  gtcgtaacaa  ggtagccgta  ccggaaggtg  cggctggatc  acctcctttc
1561  t
```

305. *Geobacillus thermodenitrificans*（热脱氮地芽胞杆菌）

【种类编号】1-19-10。*Geobacillus thermodenitrificans*（Manachini et al.，2000）Nazina et al.，2001，comb. nov.（热脱氮地芽胞杆菌）=*Bacillus thermodenitrificans*（ex Klaushofer and Hollaus，1970）Manachini et al.，2000，sp. nov.，nom. rev.。**★模式菌株：**ATCC 29492 = BGSC 94A1 = DSM 465 = LMG 17532。**★16S rRNA 基因序列号：**AY608961，异名：*Bacillus thermodenitrificans* Klaushofer and Hollaus，1970。**★种名释意：***thermodenitrificans* 中 *thermê* 为热之意，*denitrificans* 为脱氮之意，故其中文名称为热脱氮地芽胞杆菌（Gr. n. *thermê*，heat；N.L. part. adj. *denitrificans*，denitrifying；N.L. part. adj. *thermodenitrificans*，thermophilic denitrifying，referring to two of the organism's features）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ATCC 29492^T 是从土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～1）μm ×（1.5～2.5）μm］、革兰氏阳性，芽胞卵圆形、亚末端或末端生、胞囊不膨大。菌落扁平、边缘叶状、灰白色至米黄色。**★生理特性：**生长温度为 50～65℃，有些菌株包含模式菌株能在 45～70℃生长。最适 pH 6～8，3% NaCl 浓度可以生长。抗苯酚浓度达 10～20 mmol/L。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性。硝酸盐和亚硝酸盐还原产气和厌氧下硝酸盐还原产气。大多数菌株能水解淀粉和酪蛋白（反应弱）。不产吲哚。脲酶和 V-P 反应为阴性。能利用葡萄糖、果糖、麦芽糖、海藻糖、甘露糖、乳糖、纤维素糖、半乳糖、木糖、核糖和阿拉伯糖作为唯一碳源。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$，少量的脂肪酸为 $C_{16:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.2 mol%～52.3 mol%。DNA-DNA 杂交结果表明，12 个 *Geobacillus thermodenitrificans* 菌株与 *Bacillus stearothermophilus* ATCC 12980^T 和 *Bacillus thermoleovorans* ATCC 43513^T 的关联度为 21%～43%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tcttttggag  agtttgatcc  tggctcagga  cgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca
61    agtcgagcgg  accgaacgag  agcttgctct  tgtttggtca  gcggcggacg  ggtgagtaac
121   acgtgggcaa  cctgcccgca  agaccgggat  aactccggga  aaccggagct  aataccggat
```

181	aacaccaaag	accgcatggt	ctttggttga	aaggcggctt	cggctgccac	ttgcggatgg
241	gcccgcggcg	cattagctag	ttggtgaggt	aacggctcac	caaggcgacg	atgcgtagcc
301	ggcctgagag	ggtgaccggc	cacactggga	ctgagacacg	gcccagactc	ctacgggagg
361	cagcagtagg	gaatcttccg	caatggacga	aagtctgacg	gagcgacgcc	gcgtgagcga
421	agaaggcctt	cgggtcgtaa	agctctgttg	tgagggacga	aggagcgccg	tttgaataag
481	gcggcgcggt	gacggtacct	cacgagaaag	ccccggctaa	ctacgtgcca	gcagccgcgg
541	taatacgtag	ggggcgagcg	ttgtccggaa	ttattgggcg	taaagcgcgc	gcaggcggtc
601	ctttaagtct	gatgtgaaag	cccacggctc	aaccgtggag	ggtcattgga	aactgggga
661	cttgagtgca	ggagaggaga	gcggaattcc	acgtgtagcg	gtgaaatgcg	tagagatgtg
721	gaggaacacc	agtggcgaag	gcggctctct	ggcctgtaac	tgacgctgag	gcgcgaaagc
781	gtggggagca	aacaggatta	gataccctgg	tagtccacgc	cgtaaacgat	gagtgctaag
841	tgttagaggg	gtcacaccct	ttagtgctgt	agctaacgcg	ataagcactc	cgcctgggga
901	gtacggccgc	aaggctgaaa	ctcaaaggaa	ttgacggggg	cccgcacaag	cggtggagca
961	tgtggtttaa	ttcgaagcaa	cgcgaagaac	cttaccaggt	cttgacatcc	cctgacaacc
1021	caagagattg	ggcgttcccc	cttcgggggg	acagggtgac	aggtggtgca	tggttgtcgt
1081	cagctcgtgt	cgtgagatgt	tgggttaagt	cccgcaacga	gcgcaaccct	tgcctctagt
1141	tgccagcatt	cagttgggca	ctctagaggg	actgccggct	aaaagtcgga	ggaaggtggg
1201	gatgacgtca	aatcatcatg	ccccttatga	cctgggctac	acacgtgcta	caatgggcgg
1261	tacaaagggc	tgcgaacccg	cgagggggag	cgaatcccaa	aaagccgctc	tcagttcgga
1321	ttgcaggctg	caactcgcct	gcatgaagcc	ggaatcgcta	gtaatcgcgg	atcagcatgc
1381	cgcggtgaat	acgttcccgg	gccttgtaca	caccgcccgt	cacaccacga	gagcttgcaa
1441	cacccgaagt	cggtgaggta	acccttacgg	gagccagccg	ccgaaggtgg	ggcaagtgat
1501	tggggtgaag	tcgtaacaag	gtagccgtac	cggaaggtgc	ggctggatca	cctcctttct

306. *Geobacillus thermoglucosidasius*（热稳葡萄糖苷酶地芽胞杆菌）

【种类编号】1-19-11。*Geobacillus thermoglucosidasius*（Suzuki et al.，1984）Nazina et al.，2001，comb. nov.（热稳葡萄糖苷酶地芽胞杆菌）=*Bacillus thermoglucosidasius* Suzuki et al.，1984，sp. nov.。**★模式菌株：**KP 1006 = ATCC 43742 = BGSC 95A1 = CCUG 28887 = CIP 106930 = DSM 2542 = LMG 7137 = NRRL B-14516。**★16S rRNA 基因序列号：**AY608981。**★种名释意：***thermoglucosidasius* 中 *thermê* 为热之意，*glucosidasius* 为葡萄糖苷酶之意，故其中文名称为热稳葡萄糖苷酶地芽胞杆菌（Gr. n. *thermê*，heat；N.L. adj. *glucosidasius*，of glucosidase；N.L. masc. adj. *thermoglucosidasius*，indicating the production of heat-stable glucosidase）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 KP 1006^T 是从日本土壤中分离得到的。**★形态特征：**严格好氧，嗜中性，革兰氏阳性。**★生理特性：**42～69℃可生长，最适为 61～63℃，生长 pH 6.5～8.5。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐还原为阳性。产 H_2S，能利用柠檬酸。能水解淀粉和酪蛋白，不能水解明胶。不产吲哚，V-P 反应为阴性。能利用纤维二糖、果糖、葡萄糖、甘油、麦芽糖、甘露糖、甘露醇、鼠李糖、水杨苷、山梨醇、淀粉、蔗糖、海藻糖和木糖产酸不产气。能大量合成外切葡萄糖苷酶。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$，占据了总脂肪酸含量的 60%。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45 mol%～46 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1	ctctttggag	agtttgatcc	tggctcagga	cgaacgctgg	cggcgtgcct	aatacatgca
61	agtcgagcgg	accgggcggg	agcttgcttc	cgcttggtta	gcggcggacg	ggtgagtaac
121	acgtgggtaa	cctgcccgta	agaccgggat	aactccggga	aaccggggct	aataccggat
181	aacaccgaag	accgcatggt	cttcggttga	aaggcggctt	cggctgccac	ttacggatgg
241	gcccgcggcg	cattagctag	ttggtgaggt	aacggctcac	caaggcgacg	atgcgtagcc
301	ggcctgagag	ggtgaccggc	cacactggga	ctgagacacg	gcccagactc	ctacgggagg
361	cagcagtagg	gaatcttccg	caatggacga	aagtctgacg	gagcgacgcc	gcgtgagcga
421	agaaggtctt	cggatcgtaa	agctctgttg	ttagggaaga	agaagtgccg	ttcgaacagg
481	gcggcacggt	gacggtacct	aacgagaaag	ccccggctaa	ctacgtgcca	gcagccgcgg
541	taatacgtag	gggcgagcg	ttgtccggaa	ttattgggcg	taaagcgcgc	gcaggcggtc
601	ccttaagtct	gatgtgaaag	cccacggctt	aaccgtggag	ggtcattgga	aactgggga
661	cttgagtgca	gaagaggaga	gcggaattcc	acgtgtagcg	gtgaaatgcg	tagagatgtg
721	gaggaacacc	agtggcgaag	gcggctctct	ggtctgtaac	tgacgctgag	gcgcgaaagc
781	gtggggagca	aacaggatta	gataccctgg	tagtccacgc	cgtaaacgat	gagtgctaag
841	tgttagaggg	gttattccct	ttagtgctgt	agctaacgcg	ttaagcactc	cgcctgggga
901	gtacggccgc	aaggctgaaa	ctcaaaggaa	ttgacggggg	cccgcacaag	cggtggagca
961	tgtggtttaa	ttcgaagcaa	cgcgaagaac	cttaccaggt	cttgacatcc	cctgacaacc
1021	ctggagacag	ggcgttcctc	ccttgcggga	ggacagggtg	acaggtggtg	catggttgtc
1081	gtcagctcgt	gtcgtgagat	gttgggttaa	gtcccgcaac	gagcgcaacc	ctcgcccta
1141	gttgccagca	ttcagttggg	cactctaggg	ggactgccgg	ctaaaagtcg	gaggaaggtg
1201	gggatgacgt	caaatcatca	tgccccttat	gacctgggct	acacacgtgc	tacaatgggc
1261	ggtacaaagg	gctgcgaacc	cgcgaggggg	agcgaatccc	aaaaagccgc	tctcagttcg
1321	gattgcaggc	tgcaactcgc	ctgcatgaag	ccggaatcgc	tagtaatcgc	ggatcagcat
1381	gccgcggtga	atacgttccc	gggccttgta	cacaccgccc	gtcacaccac	gagagcttgc
1441	aacacccgaa	gtcggtgagg	taacccgcaa	gggagccagc	cgccgaaggt	ggggcaagtg
1501	attggggtga	agtcgtaaca	aggtagccgt	accggaaggt	gcggctggat	cacctccttt
1561	ct					

307. *Geobacillus thermoleovorans*（热噬油地芽胞杆菌）

【种类编号】1-19-12。*Geobacillus thermoleovorans*（Zarilla and Perry，1988）Nazina et al.，2001，comb. nov.（热噬油地芽胞杆菌）=*Bacillus thermoleovorans* Zarilla and Perry，1988，sp. nov.。**★模式菌株：**LEH-1 = ATCC 43513 = BGSC 96A1 = DSM 5366 = LMG 9823。**★16S rRNA 基因序列号：**Z26923。**★种名释意：***thermoleovorans* 中 *thermê* 为热之意，*oleum* 为石油之意，*vorans* 为吞食之意，故其中文名称为热噬油地芽胞杆菌［Gr. n. *thermê*，heat；L. n. *oleum*，oil；L. part. adj. *vorans*，devouring；N.L. part. adj. *thermoleovorans*，indicating heat-requiring bacteria capable of utilizing oil（hydrocarbons）］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 LEH-1^T 从土壤附近热水出水、非热泥浆和活性污泥分离得到。**★形态特征：**细胞杆状、好氧、形成芽胞、革兰氏反应阴性。菌落不产色素。**★生理特性：**专性嗜热菌。生长温度为 42～75℃、最适为 55～65℃，最适生长的 pH 为 6.2～7.5。**★生化特性：**能利用碳氢化合物作为生长底物。能水解淀粉。能利用酪蛋白、酵母提取物、营养肉汤、蛋白胨、胰蛋白胨、乙酸、丁酸、丙酮酸、纤维二糖、半乳糖、

葡萄糖、甘油、麦芽糖、甘露醇、甘露糖、核糖、蔗糖、海藻糖、木糖及正构烷烃（C_{13}～C_{20}）。作为唯一碳源和能源。能利用甘露糖。肌醇发酵不产酸。V-P 反应为阴性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$，占总脂肪酸含量的 60%以上。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 52 mol%～58 mol%。菌株 LEH-1[T] 与 *G. stearotbermopbilus* 的 DNA-DNA 杂交关联度为 46%～67%，与芽胞杆菌属其他种类亲缘关系较远。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gctcaggacg aacgctggcg gcgtgcctaa tacatgcaag tcgagcggac caaatcggag
61    cttgctctga tttggtcagc ggcggacggg tgagtaacac gtgggcaacc tgcccgcaag
121   accgggataa ctccgggaaa ccggagctaa taccggataa caccgaagac cgcatggtct
181   ttggttgaaa ggcggccttt ggctgtcact tgcggatggg cccgcggcgc attagctagt
241   tggtgaggta acggctcacc aaggcgacga tgcgtagccg gcctgagagg gtgaccggcc
301   acactgggac tgagacacgg cccagactcc tacgggaggc agcagtaggg aatcttccgc
361   aatgggcgaa agcctgacgg agcgacgccg cgtgagcgaa gaaggccttc gggtcgtaaa
421   gctctgttgt gagggacgaa ggagcgccgt tcgaagaggg cggcgcggtg acggtacctc
481   acgaggaagc cccggctaac tacgtgccag cagccgcggt aatacgtagg gggcgagcgt
541   tgtccggaat tattgggcgt aaagcgcgcg caggcggttc cttaagtctg atgtgaaagc
601   ccacggctca accgtggagg gtcattggaa actgggggac ttgagtgcag gagaggagag
661   cggaattcca cgtgtagcgg tgaaatgcgt agagatgtgg aggaacacca gtggcgaagg
721   cggctctctg gcctgcaact gacgctgagg cgcgaaagcg tggggagcaa acaggattag
781   ataccctggt agaccacgcc gtaaacgatg agtgctaagt gttagagggg tcacaccctt
841   tagtgctgca gctaacgcga taagcactcc gcctggggag tacggccgca aggctgaaac
901   tcaaaggaat tgacgggggc ccgcacaagc ggtggagcat gtggtttaat tcgaagcaac
961   gcgaagaacc ttaccaggtc ttgacatccc ctgacaaccc aagagattgg gcgttccccc
1021  ttcgggggga cagggtgaca ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc gtgagatgtt
1081  gggttaagtc ccgcaacgag cgcaaccctc gcctctagtt gccagcacga aggtgggcac
1141  tctagaggga ctgccggcga caagtcggag gaaggtgggg atgacgtcaa atcatcatgc
1201  cccttatgac ctgggctaca cacgtgctac aatgggcggt acaaagggct gcgaacccgc
1261  gagggggagc gaatcccaaa aagccgctct cagttcggat tgcaggctgc aactcgcctg
1321  catgaagccg gaatcgctag taatcgcgga tcagcatgcc gcggtgaata cgttcccggg
1381  ccttgtacac accgcccgtc acaccacgag agcttgcaac acccgaagtc ggtgaggtaa
1441  cccttacggg agccagccgc cgaaggtggg gcaagtgatt ggggtgaagt cgtaacaagg
1501  tagccgtacc ggaaggtg
```

308. *Geobacillus toebii*（就地堆肥地芽胞杆菌）

【种类编号】1-19-13。*Geobacillus toebii* Sung et al.，2002，sp. nov.（就地堆肥地芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SK-1 = R-35642 = DSM 14590 = KCTC 0306BP = LMG 23037。**★16S rRNA 基因序列号：**AF326278。**★种名释意：***toebii* 意为模式菌株分离自农田堆肥，故其中文名称为就地堆肥地芽胞杆菌（N.L. gen. n. *toebii*，of toebi，a special farm and compost in Korea，from which the organism was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SK-1[T] 是从韩国干草堆肥中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（2.0～3.5）μm ×（0.5～0.9）μm］，嗜热、需氧、革兰氏阳性、能运动。芽胞

椭圆形、末端生或亚末端生、胞囊膨大。★**生理特性**：在 45～70℃可生长（最适为 60℃），80℃无生长迹象；生长 pH 为 6.0～9.0（最适 7.5）；5% NaCl 或 0.02%叠氮化合物条件下不能生长。★**生化特性**：过氧化氢酶阳性。不能利用柠檬酸盐，不能发酵葡萄糖。甲基红反应为阴性，V-P 反应和反硝化作用为阳性。能利用 D-葡萄糖和肌醇产酸，但不能利用下列物质产酸：木糖醇、核糖醇、L-阿拉伯糖、纤维二糖、半乳糖、核糖、甘油、乳糖、鼠李糖、山梨醇和 D-木糖。能水解酪蛋白，不能水解明胶、淀粉和七叶苷。★**化学特性**：细胞壁中含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 43.9 mol%。16S rDNA 序列分析表明，该菌株与 *G. thermoglucosidasius* 亲缘关系最相近，且与 *G. thermoglucosidasius* 的 DNA-DNA 杂交关联度为 27%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggaccgaacg  gaagcttgct
61    tctgttcggt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggt  aacctgcccg  taagaccggg
121   ataactccgg  gaaaccgggg  ctaataccgg  ataacaccga  agaccgcatg  gtctttggtt
181   gaaaggtggc  ttttgctacc  acttacggat  gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtgag
241   gtaacggctc  accaaggcaa  caatgcgtag  ccggcctgag  agggtgaccg  gccacactgg
301   gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac
361   gaaagtctga  cggagcgacg  ccgcgtgagc  gaagaaggtc  ttcggatcgt  aaagctctgt
421   tgttagggaa  gaagaagtac  cgttcgaata  gggcggtacg  gtgacggtac  ctaacgagaa
481   agccccggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  agggggcgag  cgttgtccgg
541   aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  tcccttaagt  ctgatgtgaa  agcccacggc
601   tcaaccgtgg  aggttcattg  gaaactgggg  gacttgagtg  cagaagagga  gagcggaatt
661   ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcggctct
721   ctggtctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781   ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttagag  ggttttccc  tttagtgctg
841   tagctaacgc  gttaagcact  ccgcctgggg  agtacggccg  caaggctgaa  actcaaagga
901   attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa
961   ccttaccagg  tcttgacatc  ccctgacaac  cctggagaca  gggcgttccc  ccttcggggg
1021  gacagggtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag
1081  tcccgcaacg  agcgcaaccc  tcgcccctag  ttgccagcat  tcagttgggc  actctagggg
1141  gactgccggc  taaaagtcgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg
1201  acctgggcta  cacacgtgct  acaatgggcg  gtacaaaggg  ctgcgaaccc  gcgagggggga
1261  gcgaatccca  aaaagccgct  ctcagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagc
1321  cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggccttgtac
1381  acaccgcccg  tcacaccacg  agagcttgca  acacccgaag  tcggtgaggt  aacccgtaag
1441  ggagccagcc  gccgaaggtg  gggcaagtga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa  ggtagccgta
1501  ccggaaggtg  c
```

309. *Geobacillus uzenensis*（乌津油田地芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-19-14。*Geobacillus uzenensis* Nazina et al.，2001，sp. nov.（乌津油田地芽胞杆菌）。★**模式菌株**：U = AS 12674 = DSM 13551 = VKM B-2229。★**16S rRNA 基因序列号**：AF276304。★**种名释意**：*uzenensis* 意为模式菌株分离自哈萨克斯坦的乌津油

田，故其中文名称为乌津油田地芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *uzenensis*，pertaining to Uzen，referring to the Uzen oilfield，Kazakhstan，from where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 U^T 是从高温油田地层水中分离得到的。★形态特征：细胞杆状、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、端生、胞囊膨大或不膨大。菌落呈圆形、黏稠、小、无色。★生理特性：生长温度为 45～65℃，pH 为 6.2～7.8，NaCl 浓度为 0～4%。★生化特性：利用阿拉伯糖、纤维二糖、半乳糖、甘油、麦芽糖、甘露醇、甘露糖、核糖和海藻糖产酸不产气。利用下列化合物不产酸：核糖醇、肌醇、棉籽糖、鼠李糖、山梨醇或木糖。能还原硝酸盐，不能还原 Fe^{3+}。能水解明胶、淀粉和七叶苷，不能水解酪蛋白、尿素和酪氨酸。不产 H_2S、吲哚和二羟基丙酮。苯丙氨酸脱氨酶和卵黄卵磷脂酶为阴性。甲基红和 V-P 反应为阴性。能利用下列化合物为碳源和能源：C_{10}～C_{16} 的碳水化合物、甲烷环和环芳烃油、乙酸盐、丙酸盐、丁酸盐、丙酮酸盐、苯甲酸盐、苯乙酸盐、苯酚、乙醇、丁醇、苹果酸盐、乳酸盐、富马酸盐、琥珀酸盐、蛋白胨、胰蛋白胨、营养肉汤、土豆琼脂和酵母提取物。★化学特性：细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 52.3 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 U^T 与 *B. thermoleovorans*、*B. kaustophilus*、*B. thermocatenulatus*、*B. stearothermophilus*、*B. caldolyticus*、*B. caldotenax*、*B. thermodenitrificans* 和 *B. caldovelox* 的同源性为 97.3%～99.5%；与 *B. thermoglucosidasius* 和 *Saccharococcus thermophilus* 的同源性是 96.9%～97.9%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 U^T 与 *B. subtilis* 的关联度为 10%，与 *B. stearothermophilus*、*B. thermoleovorans*、*B. amyloliquefaciens*、*B. cereus*、*B. licheniformis*、*B. megaterium*、*B. thuringiensis* 和 *B. smithii* 的关联度低于 20%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     atcgctggcg  gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgagcggac  cgaatgggag  cttgctcttg
61    ttcggtcagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggcaacc  tgcccgcaag  accgggataa
121   ctccgggaaa  ccggagctaa  taccggataa  caccgaagac  cgcatggtct  ttggttgaaa
181   ggcggcgcaa  gctgtcactt  gcggatgggc  ccgcggcgca  ttagctagtt  ggtgaggtaa
241   cggctcacca  aggcgacgat  gcgtagccgg  cctgagaggg  tgaccggcca  cactgggact
301   gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca  atgggcgaaa
361   gcctgacgga  gcgacgccgc  gtgagcgaag  aaggccttcg  ggtcgtaaag  ctctgttgtg
421   agggacgaag  gagcgtcgtt  tgaagarggc  ggcgcggtga  cggtacctca  cgaggaagcc
481   ccggctaatt  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggg  ggcgagcgtt  gtccggaatt
541   attgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggttcc  ttaagtctga  tgtgaaagcc  cacggctcaa
601   ccgtggaggg  tcattggaaa  ctgggggact  tgagtgcagg  agaggagagc  ggaattccac
661   gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc  ggctctctgg
721   cctgcaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcaaa  caggattaga  taccctggta
781   gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaagtg  ttagaggggt  cacacccttt  agtgctgcag
841   ctaacgcgat  aagcactccg  cctggggagt  acggccgcaa  ggctgaaact  caaaggaatt
901   gacgggggcc  cccacaacgg  tggagcatgt  tgtttaattc  gaagcaacgc  gaagaacctt
961   accaggtctt  gacatcccct  gacaacccaa  gagattgggc  gttccccctt  cgggggggaca
1021  gggtgactgg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081  gcaacgagcg  caaccctcgc  ctctagttgc  cagcattcgg  ttgggcactc  tagagggact
1141  gccggcgaca  agtcggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct
```

1201 gggctacaca cgtgctacaa tgggcggtac aaagggctgc gaacccgcga gggggagcga
1261 atcccaaaaa gccgctctca gttcggattg caggctgcaa ctcgcctgca tgaagccgga
1321 atcgctagta atcgcggatc agcatgccgc ggtgaatacg ttcccgggcc ttgtacacac
1381 cgcccgtcac accacgagag cttgcaacac ccgaagtcgg tgaggcaacc cgtttcggga
1441 gccagccgcc gaaggtgggg caa

310. *Geobacillus vulcani*（火神地芽胞杆菌）

【种类编号】1-19-15。*Geobacillus vulcani*（Caccamo et al.，2000）Nazina et al.，2004，comb. nov.（火神地芽胞杆菌）=*Bacillus vulcani* Caccamo et al.，2000，sp. nov.。**★模式菌株：**3s-1 = CIP 106305 = DSM 13174 = JCM 12214。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ293805。**★种名释意：***vulcani* 为火神之意，故其中文名称为火神地芽胞杆菌（L. gen. n. *vulcani*，of Vulcan，the god of fire and，by extension，of the volcano. Pertaining to the Eolian Island Volcano where the organism was isolated from a shallow marine hydrothermal vent）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 3s-1^T 是从浅滩出口处的沉积物中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.8）μm ×（4～7）μm］、革兰氏阳性、能动，形成芽胞、圆形、端生。**★生理特性：**生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 37～72℃、5.5～9 和 0～3%，最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 60℃、6.0 和 2%。**★生化特性：**能利用柠檬酸盐，不产 H_2S 和吲哚，产 3-羟基丁酮。硝酸钠不能被还原。能水解淀粉、七叶苷、明胶和吐温 20，不能水解酪蛋白或尿素。能利用下列碳源生长：葡萄糖、甘露糖、海藻糖、纤维二糖、果糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖、半乳糖、甘露醇、葡萄糖酸、己二酸盐、苹果酸盐、柠檬酸和苯乙酸。利用下列碳源产酸：葡萄糖、甘油、核糖、D-木糖、半乳糖、果糖、甘露糖、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖、淀粉、糖原、苦杏仁糖及 D-松二糖。**★化学特性：**主要脂肪酸组成为 iso-$C_{15:0}$（16.6%）、iso-$C_{16:0}$（14.6%）、iso-$C_{17:0}$（21%）、aniso-$C_{15:0}$（11.4%）和 $C_{18:0}$（13%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 53.0 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1 tggctcagga cgaacgctgg cggcgtgcct aatacatgca agtcgagcgg accggatcgg
61 agcttgctct ggtttggtca gcggcggacg ggtgagtaac acgtgggcaa cctgcccgca
121 agaccgggat aactccggga aaccggggct aataccggat aacaccgaag accgcatggt
181 ctttggttga aaggcggcct ttggctgtca cttgcggatg ggcccgcggc gcattagcta
241 gttggtgagg taacggctca ccaaggcgac gatgcgtagc cggcctgaga gggtgaccgg
301 ccacactggg actgagacac ggcccagact cctacgggag gcagcagtag ggaatcttcc
361 gcaatgggcg aaagcctgac ggagcgacgc cgcgtgagcg aagaaggcct tcgggtcgta
421 aagctctgtt gtgagggacg aaggagcgcc gttcgaagag ggcggcgcgg tgacggtacc
481 tcacgagaaa gccccggcta actacgtgcc agcagccgcg gtaatacgta gggggcgagc
541 gttgtccgga attattgggc gtaaagcgcg cgcaggcggt tccttaagtc tgatgtgaaa
601 gcccacggct caaccgtgga gggtcattgg aaactggggg acttgagtgc aggagaggag
661 agcggaattc cacgtgtagc ggtgaaatgc gtagagatgt ggaggaacac cagtggcgaa
721 ggcggctctc tggcctgcaa ctgacgctga ggcgcgaaag cgtggggagc aaacaggatt
781 agataccctg gtagtccacg ccgtaaacga tgagtgctaa gtgttagagg ggtcacaccc
841 tttagtgctg cagctaacgc gataagcact ccgcctgggg agtacggccg caaggctgaa

901	actcaaagga	attgacgggg	gcccgcacaa	gcggtggagc	atgtggttta	attcgaagca
961	acgcgaagaa	ccttaccagg	tcttgacatc	ccctgacaac	ccaagagatt	gggcgttccc
1021	ccttcggggg	gacagggtga	caggtggtgc	atggttgtcg	tcagctcgtg	tcgtgagatg
1081	ttgggttaag	tcccgcaacg	agcgcaaccc	tcgcctctag	ttgccagcac	ggaggtgggc
1141	actctagagg	gactgccggc	gacaagtcgg	aggaaggtgg	ggatgacgtc	aaatcatcat
1201	gccccttatg	acctgggcta	cacacgtgct	acaatgggcg	gtacaaaggg	ctgcgaaccc
1261	gcgagggggа	gcgaatccca	aaaagccgct	ctcagttcgg	attgcaggct	gcaactcgcc
1321	tgcatgaagc	cggaatcgct	agtaatcgcg	gatcagcatg	ccgcggtgaa	tacgttcccg
1381	ggccttgtac	acaccgcccg	tcacaccacg	agagcttgca	acacccgaag	tcggtgaggt
1441	aacccttacg	ggagccagcc	gccgaaggtg	gggcaagtga	ttggggtgaa	gtcgtaacaa
1501	ggtagccgta	ccggaaggtg	cggctggatc	ac		

311. *Geobacillus zalihae*（杂力哈地芽胞杆菌）

【种类编号】1-19-16。*Geobacillus zalihae* Abd Rahman et al.，2007，sp. nov.（杂力哈地芽胞杆菌）。**★模式菌株：**T1 = DSM 18318 = NBRC 101842。**★16S rRNA 基因序列号：**AY166603。**★种名释意：***zalihae* 意为模式菌株分离自马来西亚杂力哈，故其中文名称为杂力哈地芽胞杆菌（za.li'ha.e. N.L. gen. n. *zalihae*，of Zaliha)。

【种类描述】★菌株来源：菌株 T1^T 是从马来西亚雪兰莪州的棕油生产废水分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［(0.8～1.9) μm ×（2.5～6.0）μm］，好氧，无氧条件下不能生长，革兰氏阳性，芽胞卵圆形或圆柱形、末端生。**★生理特性：**生长温度为 35～78℃（最适温度为 65℃)，生长 pH 为 5～9（最适 pH 为 6.5)，NaCl 的耐受浓度为 2%。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阳性。能水解淀粉，不能水解明胶和酪蛋白。能利用 L-阿拉伯糖、D-乳糖和 D-甘露醇产酸。具有酯酶活性，酯酶粗酶液最适温度为 70℃，60℃时酶活性仍稳定。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（32.42%）和 iso-$C_{17:0}$（39.77%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 52.6 mol%。16S rRNA 基因序列系统发育分析表明，该菌株与 *Geobacillus* 其他种类的同源性为 96.5%～99.2%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gagtttgatc	ctggctcagg	acgaacgctg	gcggcgtgcc	taatacatgc	aagtcgagcg
61	gaccggatcg	gagcttgctc	tgatttggtc	agcggcggac	gggtgagtaa	cacgtgggca
121	acctgcccgc	aagaccggga	taactccggg	aaaccggagc	taataccgga	taacaccgaa
181	gaccgcatgg	tctttggttg	aaaggcggcc	tttggctgtc	acttgcggat	gggcccgcgg
241	cgcattagct	agttggtgag	gtaacggctc	accaaggcga	cgatgcgtag	ccggcctgag
301	agggtgaccg	gccacactgg	gactgagaca	cggcccagac	tcctacggga	ggcagcagta
361	gggaatcttc	cgcaatgggc	gaaagcctga	cggagcgacg	ccgcgtgagc	gaagaaggcc
421	ttcgggtcgt	aaagctctgt	tgtgagggac	gaaggagcgc	cgttcgaaga	gggcggcgcg
481	gtgacggtac	ctcacgagga	agccccggct	aactacgtgc	cagcagccgc	ggtaatacgt
541	agggggcgag	cgttgtccgg	aattattggg	cgtaaagcgc	gcgcaggcgg	ttccttaagt
601	ctgatgtgaa	agcccacggc	tcaaccgtgg	agggtcattg	gaaactgggg	gacttgagtg
661	caggagagga	gagcggaatt	ccacgtgtag	cggtgaaatg	cgtagagatg	tggaggaaca
721	ccagtggcga	aggcggctct	ctggcctgca	actgacgctg	aggcgcgaaa	gcgtggggag
781	caaacaggat	tagataccct	ggtagtccac	gccgtaaacg	atgagtgcta	agtgttagag
841	gggtcacacc	ctttagtgct	gcagctaacg	cgataagcac	tccgccgggg	gagtacggcc

901 gcaaggctga aactcaaagg aattgacggg ggcccgcaca agcggtggag catgtggttt
961 aattcgaagc aacgcgaaga accttaccag gtcttgacat cccctgacaa cccaagagat
1021 tgggcgttcc cccttcgggg ggacagggtg acaggtggtg catggttgtc gtcagctcgt
1081 gtcgtgagat gttgggttaa gtcccgcaac gagcgcaacc ctcgcctcta gttgccagca
1141 cgaaggtggg cactctagag ggactgccgg cgacaagtcg gaggaaggtg gggatgacgt
1201 caaatcatca tgccccttat gacctgggct acacacgtgc tacaatgggc ggtacaaagg
1261 gctgcgaacc cgcgaggggg agcgaatccc aaaaagccgc tctcagttcg gattgcaggc
1321 tgcaactcgc ctgcatgaag ccggaatcgc tagtaatcgc ggatcagcat gccgcggtga
1381 atacgttccc gggccttgta cacaccgccc gtcacaccac gagagcttgc aacacccgaa
1441 gtcggtgagg caacccgcaa gggagccagc cgccgaaggt ggggcaagtg attggggtga
1501 agtcgtaaca aggtagccg

二十、纤细芽胞杆菌属（*Gracilibacillus*）

【属特征描述】营养细胞革兰氏阳性，能运动，能形成芽胞，杆状或丝状。芽胞端生，胞囊膨胀。菌落圆形。化能有机营养型。可在葡萄糖、甘露醇和蔗糖中生长。生长需要酵母提取物。过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐能被还原为亚硝酸盐。V-P 反应为阴性，不产吲哚。能水解明胶、淀粉和七叶苷，不能水解酪蛋白。产 β-半乳糖苷酶、但不产精氨酸双水解酶、鸟氨酸脱羧酶或赖氨酸脱羧酶。细胞能抗氨苄西林，但对氯霉素敏感。DNA 的 G+C 含量为 38 mol%～39 mol%。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和两个未知磷脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸，且为直接交联（为 Alγ 型）。模式种为 *Gracilibacillus halotolerans*。**★属名释意：***Gracilibacillus* 中 *gracilis* 为纤细之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为纤细芽胞杆菌属（Gra.ci.li.ba.cil'lus. L. adj. *gracilis*，slender；L. masc. n. *bacillus*，a rod；N.L. masc. n. *Gracilibacillus*，the slender bacillus/rod）。

312. *Gracilibacillus alcaliphilus*（嗜碱纤细芽胞杆菌）

【种类编号】1-20-1。*Gracilibacillus alcaliphilus* Hirota et al.，2013，sp. nov.（嗜碱纤细芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SG103 = JCM 17253 = NCIMB 14683。**★16S rRNA 基因序列号：**AB854047。**★种名释意：***alcaliphilus* 中 *alkali* 为碱之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜碱纤细芽胞杆菌［al.ca.li'phi.lus. N.L. n. *alkali*（from Arabic article *al* the；Arabic n. *qaliy* ashes of saltwort）alkali；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*）friend，loving；M.L. masc. adj. *alcaliphilus* liking alkaline media］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $SG103^T$ 是从实验室发酵的用于染色的何首乌靛蓝（蓼蓝）酒样中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.7）μm ×（1.5～3.6）μm］，兼性嗜碱、嗜盐菌株、革兰氏阳性、兼性厌氧、借助周生鞭毛运动。芽胞球形、末端生、胞囊膨大。PYG-2 培养基上培养 2 d 后，菌落直径为 2～3 mm，奶油白色、圆形、稍凸起。**★生理特性：**生长温度为 13～48℃（最适温度为 39℃），pH 为 7～10（最适 pH 为 9），NaCl 浓度为 0～15%（最适浓度为 3%）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性、氧化酶为阴性。能水解淀粉、明胶、吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80，但不能水解酪蛋白、

木聚糖和纤维二糖。V-P 反应、赖氨酸脱羧酶、脲酶、柠檬酸利用、硝酸盐还原、亮氨酸芳基酰胺酶为阳性。ONPG 反应为阴性。葡萄糖发酵产乳酸。API 50CH 结果显示，能利用下列物质产酸：D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、D-葡萄糖、D-果糖、鼠李糖、甘露醇、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰氨基葡萄糖、乳糖、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、柠檬酸铁、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖、淀粉、糖原、苦杏仁糖、D-阿拉伯醇和葡萄酸钾，但不能利用 API 50CH 中的其他碳源产酸。**★化学特性：**细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。极性脂包含磷脂酰甘油、一种未鉴定的氨基磷脂、一种未鉴定的磷脂和 5 种未鉴定的脂类。主要脂肪酸（>10%）是 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.3 mol%。该菌株与 *G. xinjiangensis* J2、*G. thailandensis* TP2-8^T 和 *G. halotolerans* NN^T 的 16S rRNA 同源性分别为 97.06%、97.06%和 96.87%，DNA-DNA 杂交关联度分别为 2%±4%、4%±9%和 3%±2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gctcaggacg  aacgctggcg  gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgagcgcgg  gaagcttgcg
61    gatctcttcg  gagtgacgcg  agtggaacga  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa
121   cctgcctgta  agacggggat  aactccggga  aaccggggct  aataccggat  agaacctatt
181   ctcgcatgag  aaaaggtgga  aagatggctt  cggctatcac  ttacagatgg  gcccgcggcg
241   cattagctag  ttggtgaggt  aacggctcac  caaggcaacg  atgcgtagcc  gacctgagag
301   ggtgatcggc  cacactggga  ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg
361   gaatcttccg  caatggacga  aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgaacga  agaaggtttt
421   cggatcgtaa  agttctgttg  ttagggaaga  acaagtaccg  ttcaaatagg  gcggtacctt
481   gacggtacct  atcgaggaag  ccccggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag
541   ggggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgcgc  gtaggcggtt  tcttaagtct
601   gatgtgaaat  cttgcggctc  aaccgcaagc  ggtcattgga  aactggggaa  cttgagtgca
661   gaagaggaga  gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc
721   agtggcgaag  gcgactctct  ggtctgtaac  tgacgctgag  gtgcgaaagc  gtggggagcg
781   aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctagg  tgttaggggg
841   tttccgcccc  ttagtgctgc  agttaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggccgc
901   aaggctgaaa  ctcaaaagaa  ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca  tgtggtttaa
961   ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatct  ttggaccacc  ctagagatag
1021  ggtcttccct  tcggggaccn  aatgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg
1081  agatgttggg  ttaagtcccg  caacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc  agcattcagt
1141  tgggcactct  aaggtgactg  ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc
1201  atcatgcccc  ttatgacctg  ggctacacac  gtgctacaat  ggatggtaca  aagggcagcg
1261  aagccgcgag  gtgaagctaa  tcccataaaa  ccattctcag  ttcggattgc  aggctgcaac
1321  tcgcctgtat  gaagccggaa  tcgctagtaa  tcgtggatca  gcatgccacg  gtgaatacgt
1381  tcccgggcct  tgtacacacc  gcccgtcaca  ccacgagagt  tagcaacacc  cgaagtcggt
1441  ggggtaacca  tttatggagc  cagccgccga  aggtggggcc  aatgattggg  gtgaagtcgt
1501  aacaaggtag  ccgtatcgga  aggtgcggct  ggat
```

313. *Gracilibacillus bigeumensis*（神鸟岛纤细芽胞杆菌）

【种类编号】1-20-2。*Gracilibacillus bigeumensis* Kim et al.，2012，sp. nov.（神鸟岛

纤细芽胞杆菌）。★模式菌株：BH097 = KCTC 13130 = DSM 19028。**★16S rRNA 基因序列号**：NR_116038。★种名释意：*bigeumensis* 意为模式菌株分离自韩国神鸟岛，故中文名称为神鸟岛纤细芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *bigeumensis*，of or belonging to Bigeum Island，Korea，the source of the soil sample from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BH097^T 是从韩国南部神鸟岛的晒盐场土壤中分离得到的。**★形态特征**：细胞杆状，革兰氏阳性、严格需氧，中度嗜盐、运动，芽胞末端生、胞囊膨大。**★生理特性**：生长温度为 10～52℃（最适为 37℃），pH 为 5.5～9.5（最适为 8.0），NaCl 浓度是 1%～22%（最适为 7%）。细胞对下列物质敏感：阿莫西林（10 μg），氨苄西林（20 μg）、杆菌肽（10 μg）、氯霉素（30 μg）、红霉素（15 μg）、林可霉素（15 μg）、制霉菌素（50 μg）、青霉素 G（12 U）、多黏菌素 B（50 U）、利福平（10 μg）、四环素（30 μg）和万古霉素（30 μg），但能抗阿米卡星（30 μg）、放线菌酮（30 μg）、庆大霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、萘啶酮酸（30 μg）、新霉素（30 μg）和链霉素（10 μg）。**★生化特性**：过氧化氢酶和氧化酶为阳性。下列反应为阴性：V-P 反应、ONPG、脲酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶和色氨酸脱羧酶。能水解七叶苷和明胶，但不能水解酪蛋白、DNA、次黄嘌呤、淀粉、尿素或黄嘌呤。不能将硝酸盐还原为亚硝酸盐，不产吲哚和 H_2S。能利用 L-阿拉伯糖、七叶苷、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、甘油、乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、蜜二糖、棉籽糖、L-水杨苷和蔗糖，但不能利用乙酸、柠檬酸、甲酸、乳酸、苹果酸、己二酸、D-阿拉伯糖、熊果苷、纤维二糖、苦杏仁糖、糖原、肌醇、菊糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-山梨醇、海藻糖或 D-木糖作为唯一碳源和能源。可由下列物质产酸：L-阿拉伯糖、赤藓糖醇、七叶苷、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、甘油、乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、蜜二糖、5-酮基葡萄糖酸钾、棉籽糖、L-水杨苷、蔗糖和 D-己酮糖。但不能由下列物质产酸：D-阿拉伯糖、熊果苷、纤维二糖、苦杏仁糖、糖原、肌醇、菊糖、N-乙酰葡萄糖胺、L-鼠李糖、D-核糖、D-山梨醇、海藻糖、松二糖或 D-木糖。下列酶具有较强的活性：酸性磷酸酶、酯酶（C8）、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-岩藻糖苷酶、α-甘露糖苷酶、β-半乳糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶。下列酶具有较弱的活性：酯酶（C4）、酯酶（C14）和碱性磷酸酶（API ZYM）。**★化学特性**：细胞壁肽聚糖类型是 A1γ，含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要极性脂包含二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、两种未知磷脂和一种糖脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$、iso-$C_{14:0}$、$C_{18:0}$、$C_{15:0}$、$C_{14:0}$ 和 $C_{17:0}$。**★分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 37.9mol%。该菌株与 *G. saliphilus* DSM 19802^T、*G. thailandensis* TP2-8^T、*G. boraciitolerans* DSM17256^T、*G. qinghaiensis* DSM17858^T 和 *G. halophilus* DSM 17856^T 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 95.8%、95.6%、95.5%、95.4%和 95.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cagctataca  tgcaagtcga  gcgcgggaag  caggcagatc  ctcttcggag  gtgacgcctg
61    tggaacgagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggcaacc  tgcctgtaag  accgggataa
121   ctcgtggaaa  cgcgagctaa  taccggataa  cacgttgtct  cgcatgagac  aacgatcaaa
181   gatggctttg  gctatcgctt  acagatgggc  ccgcggcgca  ttagctagtt  ggtaaggtag
241   aggcttacca  aggcaacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca  cactgggact
301   gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcatccgca  atggacgaaa
```

```
361   gtctgacggt  gcaacgccgc  gtgaacgaag  aaggtcttcg  gatcgtaaag  ttctgttgtt
421   agggaagaac  aagtaccgtt  cgaacagggc  ggtgccttga  cggtacctat  cgaggaagcc
481   ccggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggg  ggcaagcgtt  gtccggaatt
541   attgggcgta  aagggcgcgc  aggcggtttc  ttaagtctga  tgtgaaatct  cgtggctcaa
601   ccacgagcgg  tcattggaaa  ctggggaact  tgagtacaga  agaggagagc  ggaattccac
661   gtgtagcggt  gaaatgcgta  gatatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc  ggctctctgg
721   tctgtgactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcgaa  caggattaga  taccctggta
781   gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaggtg  ttaggggggtt  tccgcccctt  agtgctgcag
841   ttaacgcatt  aagcactccg  cctggggagt  acggccgcaa  ggctgaaact  caaaagaatt
901   gacggggggcc  cgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt  cgaagcaacg  cgaagaacct
961   taccaggtct  tgacatcttc  ggatgtccct  agagataggg  agttcccttc  ggggaccgaa
1021  tgacaggtgg  tgcatggttg  tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgggtt  aagtcccgca
1081  acgagcgcaa  cccttaatct  tagttgccag  cattgagttg  ggcactctaa  ggtgactgcc
1141  ggtgacaaac  cggaggaagg  tggggatgac  gtcaaatcat  catgcccctt  atgacctggg
1201  ctacacacgt  gctacaatgg  atggaacaaa  gggcagcgaa  gccgcgaggc  attagcaaat
1261  cccagaaaac  cattctcagt  tcggattgca  ggctgcaact  cgcctgcatg  aagccggaat
1321  cgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt  cccgggcctt  gtacacaccg
1381  cccgtcacac  cacgagagtt  ggcaacaccc  gaagtcggtg  gagtaaccat  ttggagctag
1441  ccgccgaang  gt
```

314. *Gracilibacillus boraciitolerans*（耐硼纤细芽胞杆菌）

【种类编号】1-20-3。*Gracilibacillus boraciitolerans* Ahmed et al.，2007，sp. nov.（耐硼纤细芽胞杆菌）。**★模式菌株：**T-16X = ATCC BAA-1190 = DSM 17256 = IAM 15263 = JCM 21714。**★16S rRNA 基因序列号：**AB197126。**★种名释意：***boraciitolerans* 中 *boracium* 为硼之意，*tolerans* 为忍耐之意，故其中文名称为耐硼纤细芽胞杆菌（bo.ra'ci.i.to'le.rans. N.L. n. *boracium*，boron；L. part. adj. *tolerans*. tolerating；N.L. part. adj. *boraciitolerans*，boron-tolerating）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 T-16X^T 是从土耳其自然高硼矿物土壤中分离出来的。**★形态特征：**细胞短杆状［（0.3～0.9）μm ×（2.0～4.5）μm］、革兰氏阳性、中度嗜盐、以长单鞭毛运动、单生或成对生长，形成芽胞、球形、胞囊轻微膨大或不膨大。BUG 琼脂培养基上（pH 7.5）30℃培养 4 d 后形成的菌落直径为 2～3 mm，呈圆形、全缘、透明、微凸、黏稠。菌株生长初期呈白色，培养几天后呈粉红色，后变红色。**★生理特性：**生长温度是 16～37℃，最适生长温度是 25～28℃，温度高于 45℃时菌株不生长，16℃时生长较少。生长的 pH 是 6～10，最适生长 pH 是 7.5～8.5。菌株在无硼条件下生长很好，能在 0～450 mmol/L 浓度硼条件下生长。生长的 NaCl 浓度是 0～11%。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶、V-P 反应、ONPG 反应为阳性。不产吲哚和 H_2S，硝酸钠不能被还原，不能利用柠檬酸盐。不能水解明胶和尿素。赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶和精氨酸双水解酶为阴性。利用下列碳源产酸：L-阿拉伯糖、D-核糖、葡萄糖、七叶苷、D-甘露糖、D-纤维二糖、D-麦芽糖、D-乳糖、D-蜜二糖和 D-海藻糖。利用下列碳源产酸活性弱：D-木糖、甲基 β-D-吡喃木糖苷、D-果糖、D-甘露醇和 D-山梨醇。能利用下

列碳源：3-甲基葡萄糖、苦杏仁苷、熊果苷、D-纤维二糖、糊精、D-果糖、D-半乳糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-松三糖、D-蜜二糖、D-阿洛酮糖、D-棉籽糖、D-核糖、D-山梨醇、D-海藻糖、D-木糖、苦杏仁糖、甘油、乳果糖、L-阿拉伯糖、麦芽糖、麦芽三糖、帕拉金糖、水杨苷、蔗糖、松二糖、α-D-葡萄糖、α-D-乳糖、甲基 α-D-半乳糖苷、甲基 β-D-半乳糖苷、甲基 α-D-葡萄糖苷、甲基 β-D-葡萄糖苷、DL-乳酸、D-葡萄糖醛酸、葡萄糖酸、丙酮酸和 α-酮基丁酸。**★化学特性：**肽聚糖类型为 A1γ，细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸包括 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35.8 mol%（HPLC）。该菌株与 *G. orientalis*、*G. halotolerans* 和 *G. dipsosauri* 的 16S rRNA 同源性分别为 96.7%、95.5%和 95.4%。然而，最大的 DNA-DNA 杂交关联度在 26.2%以下。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       cggctcagga  cgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcgc  gggaagcagg
61      cagatcctct  tcggaggtga  tgcttgtgga  acgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg
121     gcaacctgcc  tgtaagactg  ggataacccc  gggaaaccgg  ggctaatacc  ggataacaca
181     ttgcttcgca  tgaagcgatg  ttgaaagatg  gcttttatgc  tatcacttac  agatgggcct
241     gcggcgcatt  agctagttgg  tgaggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc
301     tgagagggtg  atcggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc
361     agtagggaat  cttccgcaat  ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gaacgaagaa
421     ggtttttcgga  tcgtaaagtt  ctgttgttag  ggaagaacaa  gtgccgttca  aatagggcgg
481     caccttgacg  gtacctatcg  aggaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat
541     acgtaggggg  caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gagcacgtag  gcggtttctt
601     aagtctgatg  tgaaatcttg  tggctcaacc  acaagcggtc  attggaaact  ggggaacttg
661     agtgcagaag  aggagagtgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  tatgtggagg
721     aacaccagtg  gcgaaggcga  ctctctggtc  tgtaactgac  gctgaggtgc  gaaagcgtgg
781     ggagcaaaca  ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgagt  gctaggtgtt
841     agggggtttc  cgccccttag  tgctgcagtt  aacgcattaa  gcactccgcc  tggggagtac
901     ggccgcaagg  ctgaaactca  aaagaattga  cgggggcccg  cacaagcggt  ggagcatgtg
961     gtttaattcg  aagcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg  acatcttcgg  atgtccctag
1021    agatagggag  ttcccttcgg  ggaccgaatg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt
1081    gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cctgatctta  gttgccagca
1141    ttcagttggg  cactctaagg  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt
1201    caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct  acacacgtgc  tacaatggat  ggtacagagg
1261    gccgcgaagc  cgcgaggtga  agcaaatctc  ctaaaaccat  tctcagttcg  gattgcaggc
1321    tgcaactcgc  ctgcatgaag  ccggaatcgc  tagtaatcgt  ggatcagcat  gccacggtga
1381    atacgttccc  gggccttgta  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagttggc  aacacccgaa
1441    gtcggtgggg  taacctttgg  agccagccgc  cgaaggtggg  gccaatgatt  ggggtgaagc
```

315. *Gracilibacillus dipsosauri*（蜥蜴纤细芽胞杆菌）

【种类编号】1-20-4。*Gracilibacillus dipsosauri*（Lawson et al.，1996）Wainø et al.，1999，comb. nov.（蜥蜴纤细芽胞杆菌）=*Bacillus dipsosauri* Lawson et al.，1996，sp. nov.。**★模式菌株：**DD1= ATCC 700347= CIP 105095 = DSM 11125= LMG 17413 = NCIMB 703027（formerly NCFB 3027）= NRRL B-23348。**★16S rRNA 基因序列号：**AB101591。

★种名释意：*dipsosauri* 为美洲沙蜥之意，模式菌株分离自美洲沙蜥的鼻盐腺，故其中文名称为蜥蜴纤细地芽胞杆菌（N.L. n. *Dipsosaurus*，scientific genus name of the desert iguana；N.L. gen. n. *dipsosauri*，of the desert iguana because it was first isolated from the nasal salt glands of the desert iguana）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DD1[T] 是从美洲沙蜥鼻盐腺中分离得到的。**★形态特征：**细胞细杆状、严格好氧、革兰氏阳性、能动。含 1 mol/L KCl 的 TSB 培养基上培养的细胞形成的芽胞球形折光、端生、胞囊膨大。液体培养基上也能观察到芽胞的形成，但比较少。TSB 培养基上 37℃培养 2 d 后形成的菌落直径约 2 mm、呈白色、光滑（不黏）、圆形。**★生理特性：**含 1 mol/L KCl 的 TSB 培养基上，生长温度是 28～50℃（最适 45℃）；最适 pH 是 7.5，最适生长 NaCl 浓度为 15%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。在含葡萄糖、蔗糖、甘露醇、半乳糖醇的酚红发酵液中产酸较弱。能水解三酰甘油、七叶苷、淀粉、*o*-硝基半乳糖苷和 *p*-硝基半乳糖。能水解明胶（弱），不能水解酪蛋白和尿素。不产 H_2S 和吲哚。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为特征氨基酸（A1γ）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.4 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 DD1[T] 与产芽胞的 *Bacillus pantothenticus* 和 *Sporosarcina halophila* 及不产芽胞的 *Marinococcus albus* 耐盐菌亲缘关系最近。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagct  gactgaatcc
61    ttcgggagga  cgtgagtgga  acgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctgcc
121   tgtaagactg  ggataactcc  gggaaaccgg  ggctaatacc  ggatagtact  ttggttcata
181   ggaaccgaag  tggaaaggtg  gcgcaagcta  ccacttacag  atgggcccgc  ggtgcattag
241   ctagttggtg  aggtaacggc  tcaccaaggc  aacgatgcat  agccgacctg  agagggtgat
301   cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct
361   tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  acgaagaagg  ttttcggatc
421   gtaaagttct  gttgttaggg  aagaacaagt  accgttcgaa  tagggcggta  ccttgacggt
481   acctatcgag  gaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca
541   agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgtaggc  ggtttcttaa  gtctgatgtg
601   aaatcttgcg  gctcaaccgc  aagcggtcat  tggaaactgg  ggaacttgag  tacagaagag
661   gagagcggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc
721   gaaggcggct  ctctggtctg  taactgacgc  tgaggtgcga  aagcgtgggg  agcgaacagg
781   attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttag  ggggtttccg
841   ccccttagtg  ctgcagttaa  cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgg  ccgcaaggct
901   gaaactcaaa  agaattgacg  ggggcccgca  caagcggtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa
961   gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atcttcggat  gtccctagag  atagggagtt
1021  cccttcgggg  accgaatgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt
1081  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgatcttagt  tgccagcatt  nagttgggca
1141  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg
1201  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg  tacaaagggc  agcgaagccg
1261  tgaggtgaag  ccaatcccat  aaaaccattc  tcagttcgga  ttgtaggctg  caactcgcct
1321  acatgaagcc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg
1381  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagttggcaa  cacccgaagt  cggtggggta
1441  acctttggag  ccagccgccg  aaggtggggc  caatgattgg  ggtgaagtcg  taacaaggta
1501  gccgtatcgg  aagg
```

316. *Gracilibacillus halophilus*（嗜盐纤细芽胞杆菌）

【种类编号】1-20-5。*Gracilibacillus halophilus* Chen et al.，2008，sp. nov.（嗜盐纤细芽胞杆菌）。**★模式菌株：**YIM-C55.5 = CGMCC 1.6303 = DSM 17856。**★16S rRNA 基因序列号：**EU135704。**★种名释意：***halophilus* 中 *hals* 为盐之意，*philus* 为嗜好之意，故其中文名称为嗜盐纤细芽胞杆菌［Gr. n. *hals halos*，salt；N.L. masc. adj. *philus*（from Gr. adj. *philos*），loving；N.L. masc. adj. *halophilus*，salt-loving］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 YIM-C55.5^T 是从我国西北地区柴达木盆地的盐渍土分离得到的。**★形态特征：**细胞细杆状［（0.3～0.5）μm ×（4～8）μm］、革兰氏阳性、专性好氧、中度嗜盐、中度嗜热，主要以链状生长、以周生鞭毛运动，形成芽胞、端生、胞囊膨大。HSMA15（pH 7.0）培养基上 45℃培养形成的菌落直径为 1～1.5 mm、呈圆形、奶油白色、透明、边缘稍不规则。无色素产生。**★生理特性：**生长的 pH 是 6.0～9.0，最适生长 pH 为 7.0；生长的 NaCl 浓度是 7%～30%，最适生长 NaCl 浓度为 15%；生长的温度是 28～60℃，最适生长温度是 45～50℃。耐庆大霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、萘啶酸（20 μg）、多黏菌素 B（30 μg）和链霉素（10 μg），但对氨苄西林（30 μg）、氯霉素（30 μg）、林可霉素（2 μg）、新生霉素（30 μg）、利福平（5 μg）和四环素（30 μg）敏感。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解几丁质、七叶苷、明胶、淀粉和吐温 80，不能水解酪蛋白和尿素。不产 H_2S 和吲哚，V-P 反应和甲基红反应为阴性。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。能氧化阿拉伯糖、肌醇、山梨醇、苦杏仁苷、鼠李糖、蔗糖、蜜二糖和发酵葡萄糖。不能利用柠檬酸盐。能利用下列化合物产酸：D-阿拉伯糖、D-核糖、D-己酮糖、2-酮基-葡萄糖酸钾和 5-酮基-葡萄糖酸钾。利用下列化合物产酸活性弱：D-葡萄糖、糖原、D-果糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、苦杏仁苷、蜜二糖和蔗糖（API 50CH）。能氧化乙酸、苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、D-果糖、D-葡萄糖、甘油、糖原、肌醇、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-山梨醇、蔗糖、海藻糖、D-木糖、L-丙氨酸和 L-天冬酰胺（Biolog GP2）。下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、β-半乳糖苷酶、萘酚 AS-BI-磷酸水解酶、α-吡喃葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶和 α-甘露糖苷酶（API ZYM）。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 $C_{18:0}$。主要极性脂包括二磷脂酰甘油和磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.3 mol%。该菌株与 *G. orientalis* XH-63^T、*G. boraciitolerans* T-16X^T、*G. dipsosauri* DD1^T 和 *G. halotolerans* NN^T 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 95.1%、94.0%、93.7%和 93.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagct  tgtctgatcc
61    cttcggggtg  aagcgagtgg  aacgagcggc  ggacgggtga  gtaacacgtg  ggcaacctac
121   ctgtaagatt  gggataactc  gtggaaacgc  gagctaatac  cgaataaagc  tttcggtcgc
181   atgaccgaaa  gatgaaaggt  ggcatgagct  atcacttaca  gatgggcccg  cggcgcatta
241   gctagttggt  gggataacag  ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga
301   tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc
361   atccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggtgca  acgccgcgtg  aacgaagaag  gttttcggat
```

```
421    cgtaaagttc  tgttgttagg  gaagaacaag  tgccgttcaa  acagggcggt  accttgacgg
481    tacctatcga  ggaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc
541    aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  ggcgcgcagg  cggttcctta  agtctgatgt
601    gaaatctcgt  ggctcaacca  tgagcggtca  ttggaaactg  gggaacttga  gtacagaaga
661    ggagagcgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagat  atgtggagga  acaccagtgg
721    cgaaggcggc  tctctggtct  gtgactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcgaacag
781    gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgttgagtg  ctaggtgtta  gggggtatcc
841    gccccttagt  gctgcagtta  acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggc
901    tgaaactcaa  aagaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg  tttaattcga
961    agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catcttcgga  cggccctaga  gatagggcgt
1021   tcccttcggg  gaccgaatga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg
1081   ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttaatcttag  ttgccagcat  taagttgggc
1141   actctaaggt  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat
1201   gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatggatg  gtacaaaggg  cagctaagcg
1261   gtgacgccaa  gcaaatccca  gaaaaccatt  ctcagtccgg  attgcaggct  gcaactcgcc
1321   tgcatgaagc  cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg
1381   ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagttggca  acacccgaag  tcggtagggt
1441   aacctttttgg agccagccgc  cgaaggtggg  gccaatgatt  ggggtgaagt  cgtaacaagg
1501   tagccgtatc  ggaa
```

317. *Gracilibacillus halotolerans*（耐盐纤细芽胞杆菌）

【种类编号】1-20-6。*Gracilibacillus halotolerans* Wainø et al.，1999，sp. nov.（耐盐纤细芽胞杆菌）。★**模式菌株：**NN = ATCC 700849 = DSM 11805 = JCM 10718。★**16S rRNA 基因序列号：**AF036922。★**种名释意：***halotolerans* 中 *hals* 为盐之意，*tolerans* 为忍耐之意，故其中文名称为耐盐纤细芽胞杆菌（Gr. n. *hals halos*，salt; L. part. adj. *tolerans*，tolerating；N.L. part. adj. *halotolerans*，salt-tolerating）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 NN^T 是从美国犹他州大盐湖附近分离出来的。★**形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.6）μm×（2.0～5.0）μm］、革兰氏阳性、专性好氧、极端耐氧、以周生鞭毛运动、形成芽胞、椭圆形。菌落呈奶油白色。★**生理特性：**生长的 NaCl 浓度为 0～20%，最适生长 NaCl 浓度为 10%；生长温度和 pH 分别为 6～50℃和 5～10，最适生长温度和 pH 分别为 5～10℃和 7.5。细胞耐庆大霉素、卡那霉素、萘啶酸、新霉素和四环素；对杆菌肽、羧苄西林、红霉素、新生霉素、青霉素和利福平敏感。★**生化特性：**产 H_2S。能水解吐温 80 和尿素。碱性磷酸酶为阳性，苯丙氨酸脱氨酶、几丁质酶或卵磷脂酶为阴性。含 10% NaCl 的培养基中能利用下列化合物作为碳源：DL-阿拉伯糖、D-纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、支链淀粉、糖原、菊糖、乳糖、麦芽糖、D-木糖、D-甘露糖、D-蜜二糖、D-松三糖、棉籽糖、L-鼠李糖、淀粉、D-海藻糖、甘油、L-抗坏血酸、D-半乳糖醛酸、D-葡萄糖酸、D-葡萄糖醛酸、L-苹果酸、酮戊二酸、N-乙酰葡萄糖胺、三甲胺和吐温 80。不能利用下列化合物生长：岩藻糖、丁醇、乙醇、甲醇、戊醇、丙醇、D-山梨醇、乙酸、己二酸、甲氧基苯甲酸盐、苯甲酸盐、丁酸、己酸、辛酸盐、柠檬酸盐、甲酸盐、反丁烯二酸、戊二酸、乙醇酸、乙醛酸、乳酸、烟酸、吡啶甲酸、

丙酸、丙酮酸、琥珀酸、戊酸酯、L-丙氨酸、L-精氨酸、L-天冬氨酸、甜菜碱、L-半胱氨酸、L-谷氨酸、L-赖氨酸、L-甲硫氨酸、L-鸟氨酸、L-苯丙氨酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸、L-苏氨酸、色氨酸、乙酰胺、苯甲酰胺、氨基苯磺酰胺、乙醇胺、甲胺、椰子油、柏木油、丙酮、纤维素或几丁质。不能发酵葡萄糖或木糖。★**化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。主要呼吸醌为 MK-7 和 MK-8。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38 mol%。该菌株与 *Halobacillus* 和 *Marinococcus albus*、*Virgibacillus pantothenticus*、*Bacillus salexigens* 和 *B. dipsosauri* 的 16S rRNA 同源性高于 93%，与 *B. dipsosauri* 的同源性为 96%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      tcctggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag  cgcgggaagc
61     aaaccgattc  cttcgggatg  aagtttgtgg  aacgagcggc  ggacgggtga  gtaacacgtg
121    ggcaacctac  ctgtaagact  gggataactc  cgggaaaccg  gggctaatac  cggatagagt
181    ttcctctcgc  atgagaggaa  tcggaaaggc  ggcttcggct  gtcacttaca  gatgggcccg
241    cggcgcatta  gctagttggt  ggggtaatgg  ctcaccaagg  caacgatgcg  tagccgacct
301    gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca
361    gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  aacgaagaag
421    gttttcggat  cgtaaagttc  tgttgttagg  gaagaacaag  taccgtttga  ataaggcggt
481    accttgacgg  tacctatcga  ggaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata
541    cgtagggggc  aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgtagg  cggtttctta
601    agtctgatgt  gaaatcttgc  ggctcaaccg  caagcggtca  ttggaaactg  gggaacttga
661    gtgcagaaga  ggagagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga
721    acaccagtgg  cgaaggcgac  tctctggtct  gtaactgacg  ctgaggtgcg  aaagcgtggg
781    tagcgaacag  gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaggtgtta
841    gggggtttcc  gccccttagt  gctggagtta  acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg
901    gccgcaaggc  tgaaactcaa  aagaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg
961    tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catctttggc  catctctaga
1021   gatagagagt  tcccttcggg  gaccaaatga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg
1081   tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcat
1141   taagttgggc  actctaaggt  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc
1201   aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatggatg  gtacagaggg
1261   cagcgaagcc  gcgaggtgaa  gcaaatccca  taaaaccatt  ctcagttcgg  attgcaggct
1321   gcaactcgcc  tgcatgaagc  cggaatcgct  agtaatcgtg  gatcagcatg  ccacggtgaa
1381   tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagttggca  acacccgaag
1441   tcggtgtggt  aacctttatg  gagccagccg  ccgaaggtgg  ggccaatgat  tggggtgaag
1501   tcgtaacaag  gtagccgtat  cggaaggtgc  ggctggatca  c
```

318. *Gracilibacillus kekensis*（柯柯盐湖纤细芽胞杆菌）

【种类编号】1-20-7。*Gracilibacillus kekensis* Gao et al.，2012，sp. nov.（柯柯盐湖纤细芽胞杆菌。★**模式菌株：**K170 = CGMCC 1.10681 = DSM 23178。★**16S rRNA 基因序列号：**HQ439902。★**种名释意：***kekensis* 意为模式菌株分离自我国青海柯柯盐湖，故其中文名称为柯柯盐湖纤细芽胞杆菌（ke.ken'sis. N.L. masc. adj. *kekensis*，of or belonging to Keke Salt Lake in China，where the bacterium was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 K170^{T}是从我国青海柯柯盐湖中分离得到的。**形态特征：**细胞杆状［（0.20～1.05）μm×（1.50～4.00）μm］，借助周生鞭毛运动，中度嗜盐。芽胞末端生。改良的 S-G 培养基 30℃培养 3 d 后，菌落直径为 0.5～1.0 mm，圆形、光滑、奶油白色。**★生理特性：**生长温度为 4～50℃（最适为 40℃），pH 为 6～11（最适为 8），NaCl 浓度是 0～22%（最适为 3%）。细胞对卡那霉素、氨苄西林、链霉素有抗性，对氯霉素、四环素、庆大霉素和新霉素敏感。**★生化特性：**甲基红反应、产 H_2S、ONPG 反应和酪蛋白水解为阳性，产吲哚、氧化酶、V-P 反应、酪氨酸水解、硝酸盐还原和苯丙氨酸脱氨酶为阴性。能水解淀粉、吐温 20 和吐温 80，不能水解明胶和尿素。能利用菊糖、阿拉伯糖、棉籽糖、麦芽糖、D-半乳糖、核糖、D-木糖、葡萄糖、乳糖、甘露糖和甘油产酸，但不能利用鼠李糖、肌醇、甘露醇、海藻糖、七叶苷和山梨醇产酸。能利用果糖、半乳糖、甘露糖、棉籽糖、甘油、麦芽糖、乳糖、葡萄糖、蔗糖、D-核糖、阿拉伯糖和 L-苏氨酸作为唯一碳源和能源，不能利用 D-山梨醇、D-甘露醇、D-木糖醇、L-天冬氨酸、L-谷氨酸、L-鸟氨酸和 L-苯丙氨酸作为唯一碳源和能源。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要极性脂包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、未知磷脂、氨基脂质和糖脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35.8 mol%。该菌株与 *G. boraciitolerans* DSM 17256^{T}和 *G. thailandensis* JCM 15569^T 16S rRNA 基因序列同源性分别为 97.3%和 97.1%，与 *Gracilibacillus* 的其他种类同源性低于 97%。与 *G. boraciitolerans* DSM 17256^{T}和 *G. thailandensis* JCM 15569^{T}的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 21.9%和 34.3%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agcgcgggaa  gcgaacggaa  tccttcggga  ggaagttcgt  ggaacgagcg  gcggacgggt
61    gagtaacacg  tgggcaacct  gcctgtaaga  ctgggataac  cccgggaaac  cggggctaat
121   accggataat  acatggtttc  gcatgaaacc  atgttgaaag  atggcttttc  gctatcactt
181   acagatgggc  ccgcggcgca  ttagctagtt  ggtaaggtaa  cggcttacca  aggcaacgat
241   gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca  cactgggact  gagacacggc  ccagactcct
301   acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca  atggacgaaa  gtctgacgga  gcaacgccgc
361   gtgaacgaag  aaggttttcg  gatcgtaaag  ttctgttgtt  agggaagaac  aagtgccgtt
421   cgaatagggc  ggcaccttga  cggtacctat  cgaggaagcc  ccggctaact  acgtgccagc
481   agccgcggta  atacgtaggg  ggcaagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgt
541   aggcggtttc  ttaagtctga  tgtgaaatct  tgcggctcaa  ccgcaagcgg  tcattggaaa
601   ctggggaact  tgagtgcaga  agaggagagt  ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta
661   gatatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc  gactctctgg  tctgtaactg  acgctgaggt
721   gcgaaagcgt  ggggagcgaa  caggattaga  taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga
781   gtgctaggtg  ttagggggtt  tccgcccctt  agtgctgcag  ttaacgcatt  aagcactccg
841   cctggggagt  acggccgcaa  ggctgaaact  caaaagaatt  gacgggggcc  cgcacaagcg
901   gtggagcatg  tggtttaatt  cgaagcaacg  cgaagaacct  taccaggtct  tgacatcttc
961   ggatgtccct  agagataggg  agttcccttc  ggggaccgaa  tgacaggtgg  tgcatggttg
1021  tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgggtt  aagtcccgca  acgagcgcaa  cccttgatct
1081  tagttgccag  cattcagttg  ggcactctaa  ggtgactgcc  ggtgacaaac  cggaggaagg
1141  tggggatgac  gtcaaatcat  catgcccctt  atgacctggg  ctacacacgt  gctacaatgg
1201  atggtacaga  gggaagcaaa  accgcgaggt  caagccaatc  ccataaaacc  attctcagtt
```

```
1261  cggattgtag  gctgcaactc  gcctacatga  agccggaatc  gctagtaatc  gtggatcagc
1321  atgccacggt  gaatacgttc  ccgggccttg  tacacaccgc  ccgtcacacc  acgagagttg
1381  gcaacacccg  aagtcggtgg  ggtaaccatt
```

319. *Gracilibacillus lacisalsi*（盐湖纤细芽胞杆菌）

【种类编号】1-20-8。*Gracilibacillus lacisalsi* Jeon et al.，2008，sp. nov.（盐湖纤细芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BH312 = DSM 19029 = KCTC 13129。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ664540。**★种名释意：***lacisalsi* 中 *lacus* 为湖之意，*salsus* 为盐之意，故其中文名称为盐湖纤细芽胞杆菌（L. masc. n. *lacus*，lake；L. adj. *salsus*，salted，salt；N.L. gen. n. *lacisalsi*，of a salt lake）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BH312^T 是从我国新疆盐湖中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.2～1.0）μm ×（1.0～2.2）μm］、革兰氏阳性、嗜盐、以两端鞭毛运动。芽胞端生，胞囊膨大。菌落呈奶油色、光滑、凸起、边缘稍不规则。**★生理特性：**生长温度和 pH 分别是 15～50℃和 5.5～10.0，最适生长温度和 pH 分别是 40℃和 7.5～8.0。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。能水解七叶，不能水解吐温 80、酪蛋白、淀粉、次黄嘌呤、黄嘌呤和尿素。能利用下列化合物产酸：D-葡萄糖、半乳糖、蔗糖、蜜二糖、麦芽糖、棉籽糖、D-果糖、D-甘露醇、D-甘露糖、甘油、L-阿拉伯糖和 α-D-乳糖，不能利用肌醇产酸。酯酶（C4）、酯酶（C8）、萘酚 AS-BI-磷酸水解酶、β-半乳糖苷酶-和 α-葡萄糖苷酶为阳性，缬氨酸芳基酰胺酶、碱性磷酸酯酶、酯酶（C14）、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶或 α-岩藻糖苷酶为阴性，亮氨酸芳基酰胺酶和 β-葡萄糖苷酶为弱阳性。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要极性脂是磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和两种未知磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.8 mol%～39.0 mol%。该菌株与 *G. orientalis* XH-63^T、*G. boraciitolerans* T-16X^T、*G. dipsosauri* DD1^T 和 *G. halotolerans* NN^T 的 16S rRNA 同源性分别为 96.2%、95.5%、95.1%和 94.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1    ggggatangg  nnnncggcag  tacggtnaaa  tttaatctag  cgccggaagc  ttgtctgagc
61   ccctcacggg  gtgacgctta  gtggcaacga  cgcggcagga  cggggtgagt  aacacgtggg
121  caacctgcct  gtaagactgg  gataactccg  ggaaaccggg  gctaataccg  gataatacat
181  tgcttcgcat  gaagcaatgt  tgaaagatgg  cttttagcta  tcacttacag  atgggcccgc
241  ggcgcattag  ctagttggta  aggtaatggc  ttaccaaggc  aacgatgcgt  agccgacctg
301  agagggtgat  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag
361  tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  acgaagaagg
421  ttttcggatc  gtaaagttct  gttgttaggg  aagaacaagt  accgttcaaa  tagggcggta
481  ccttgacggt  acctatcgag  gaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac
541  gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgtaggc  ggtttcttaa
601  gtctgatgtg  aaatcttgcg  gctcaaccgc  aagcggccat  tggaaactga  ggaacttgag
661  tgcagaagag  gagagcggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagata  tgtggaggaa
721  caccagtggc  gaaggcggct  ctctggtctg  taactgacgc  tgaggtgcga  aagcgtgggg
781  agcgaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttag
```

841	ggggtttccg	ccccttagtg	ctgcagttaa	cgcattaagc	actccgcctg	gggagtacgg
901	ccgcaaggct	gaaactcaaa	agaattgacg	ggggcccgca	caagcggtgg	agcatgtggt
961	ttaattcgaa	gcaacgcgaa	gaaccttacc	aggtcttgac	atcttcggat	gtccctagag
1021	atagggagtt	cccttcgggg	accgaatgac	aggtggtgca	tggttgtcgt	cagctcgtgt
1081	cgtgagatgt	tgggttaagt	cccgcaacga	gcgcaaccct	tgatcttagt	tgccagcatt
1141	tagttgggca	ctctaaggtg	actgccggtg	acaaaccgga	ggaaggtggg	gatgacgtca
1201	aatcatcatg	ccccttatga	cctgggctac	acacgtgcta	caatggatgg	aacaaagggc
1261	agcgaagccg	cgaggtgtag	caaatcccat	aaatccattc	tcagttcgga	ttgcaggctg
1321	caactcgcct	gtatgaagcc	ggaatcgcta	gtaatcgtgg	atcagcatgc	cacggtgaat
1381	acgttcccgg	gccttgacac	accgcccgtc	acaccacgag	agtggcatac	acctgaagtc
1441	ggtggggtac	tcttgacccg	tccgcggtag	gtgcgg		

320. *Gracilibacillus marinus*（海洋纤细芽胞杆菌）

【种类编号】1-20-9。*Gracilibacillus marinus* Huang et al.，2013，sp. nov.（海洋纤细芽胞杆菌）。★模式菌株：HB09003 = CGMCC 1.10343 = DSM 23372。★16S rRNA 基因序列号：FJ809748。★种名释意：*marinus* 为海洋之意，故其中文名称为海洋纤细芽胞杆菌（ma.ri′nus. L. masc. adj. *marinus*，of the sea，marine）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 HB09003^T 是从我国南海北部的海水和沉积物中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.25～0.55）μm ×（1.25～5.60）μm］、革兰氏阳性、需氧、借助周生鞭毛运动。形成芽胞，端生。改良的 R2A 培养基培养 4 d 后，菌落直径为 0.5～1 mm，圆形、光滑、奶油色。**★生理特性：**生长温度为 10～45℃（最适为 28℃），pH 为 5.0～10.7（最适为 8.5），NaCl 浓度是 0～15%（最适为 3%）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐还原、淀粉水解为阳性。脲酶为阴性。不能水解纤维二糖、明胶、吐温 20 和吐温 80。甲基红和 V-P 反应为阳性，不能产生吲哚和 H_2S。牛奶凝结和胨化为阴性。能利用葡萄糖、D-果糖和山梨醇，但不能利用 D-木糖、α-乳糖、L-鼠李糖、D-半乳糖、纤维二糖、D-棉籽糖、L-脯氨酸、L-天冬氨酸、肌醇、L-盐酸半胱氨酸、L-胱氨酸、L-半胱氨酸、L-精氨酸、山梨酸和甘氨酸。能利用下列物质产酸：α-乳糖、D-木糖、D-甘露糖、D-纤维二糖、D-核糖、D-半乳糖、D-果糖、L-阿拉伯糖、葡萄糖和淀粉。不能利用下列物质产酸：山梨醇、D-海藻糖、肌醇、D-棉籽糖、甘露醇、麦芽糖、蔗糖、乙醇和甘油。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸（A1λ）。主要呼吸醌为 MK-7。极性脂包含二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和未鉴定的脂类。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 34.1 mol%。该菌株与 *G. kekensis* CGMCC 1.10681^T 和 *G. ureilyticus* CGMCC 1.7727^T 的 16S rRNA 基因序列同源性为 97.4%和 97.1%，DNA-DNA 杂交关联度分别为 42.2%和 54.1%。16S rRNA 基因序列如下。

1	cgcatggcgg	ggtgctatac	atgcaagtcg	agcgcaggaa	gcaaacagat	cccttcgggg
61	tgacgtttgt	ggaatgagcg	gcggacgggt	gagtaacacg	tgggcaacct	gcctgtaaga
121	ctgggataac	tccgggaaac	cggggctaat	accggataac	acttattacc	acatgatgat
181	aagttgaaag	gtggcttttg	ctaccactta	cagatgggcc	cgcggcgcat	tagctagttg
241	gtgaggtaac	ggctcaccaa	ggcaacgatg	cgtagccgac	ctgagagggt	gatcggccac

```
301   actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  tcttccgcaa
361   tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgaacgaaga  aggttttcgg  atcgtaaagt
421   tctgttgtta  gggaagaaca  agtaccgttc  gaatagggcg  gtaccttgac  ggtacctatc
481   gaggaagccc  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtagggg  gcaagcgttg
541   tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgta  ggcggttttt  taagtctgat  gtgaaatctt
601   gcggctcaac  cgcaagcggt  cattggaaac  tggagaactt  gagtacagaa  gaggagagtg
661   gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  agatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg
721   actctctggt  ctgtaactga  cgctgaggtg  cgaaagcgtg  gggagcgaac  aggattagat
781   accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgag  tgctaggtgt  tagggggttt  ccgcccctta
841   gtgctgcagt  taacgcatta  agcactccgc  ctggggagta  cggccgcaag  gctgaaactc
901   aaaagaattg  acgggggccc  gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc  gaagcaacgc
961   gaagaacctt  accaggtctt  gacatcttcg  gatgtcccta  gagataggga  gttcccttcg
1021  gggaccgaat  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga  tgttgggtta
1081  agtcccgcaa  cgagcgcaac  ccttgatctt  agttgccagc  attcagttgg  gcactctaag
1141  gtgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta
1201  tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatgga  tggtacaaag  ggaagcaaaa  ccgcgaggtc
1261  aagccaatcc  cataaaacca  ttctcagttc  ggattgtagg  ctgcaactcg  cctacatgaa
1321  gccggaatcg  ctagtaatcg  tggatcagca  tgccacggtg  aatacgttcc  cgggccttgt
1381  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttgg  taacacccga  agtcggtggg  gtaacctttt
1441  gagctagccg  ccgaaggtga  tcattt
```

321. *Gracilibacillus orientalis*（东边纤细芽胞杆菌）

【种类编号】1-20-10。*Gracilibacillus orientalis* Carrasco et al.，2006，sp. nov.（东边纤细芽胞杆菌）。**★模式菌株：**XH-63 = AS 1.4250= CCM 7326 = CECT 7097。**★16S rRNA 基因序列号：**AM040716。**★种名释意：***orientalis* 为东边之意，故其中文名称为东边纤细芽胞杆菌（L. masc. adj. *orientalis*，eastern，bacterium inhabiting the East）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 XH-63^T、XH-62 和 EJ-15 是从我国内蒙古自治区锡林浩特市盐湖分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.7～0.9）μm×（2.0～10.0）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、嗜盐、能动，形成芽胞、端生、胞囊膨大。MH-10 培养基上培养 2 d 后形成的菌落直径为 0.3～0.6 mm、呈奶油色、圆形、不透明、全缘。**★生理特性：**生长的盐浓度是 1%～20%，最适生长盐浓度为 10%；无 NaCl 时菌株不生长；生长温度是 4～45℃，最适生长温度是 37℃；生长 pH 是 5.0～9.0，最适生长 pH 为 7.5。对下列化合物敏感：杆菌肽（10 U）、氯霉素（30 μg）、红霉素（15 μg）和利福平（30 μg）；抗氨苄西林（10 μg）、庆大霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、萘啶酮酸（30 μg）、新霉素（10 μg）、新生霉素（30 μg）和青霉素（10 U）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸钠不能被还原。能水解七叶苷、明胶和淀粉，不能水解酪蛋白、吐温 80 和尿素。不产 H_2S 和吲哚，甲基红反应、苯丙氨酸脱氨酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶为阴性。不能利用柠檬酸盐。利用下列碳源产酸：阿拉伯糖、半乳糖、甘油、D-葡萄糖、D-果糖、D-乳糖、D-甘露醇、D-木糖、麦芽糖、D-海藻糖和蔗糖。能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：乙酸盐、柠檬酸盐、甲酸盐、富马酸盐、D-岩藻糖、

乳糖、丙醇、D-山梨醇和戊酸。不能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：D-阿拉伯糖、D-纤维二糖、D-半乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、D-蜜二糖、D-松三糖、L-棉籽糖、D-海藻糖、D-木糖、正丁醇、乙醇、甲醇、苯甲酸盐、丙酸盐和琥珀酸。但不能利用下列化合物作为唯一碳源、氮源、能源：L-丙氨酸、L-精氨酸、D-天冬氨酸、L-半胱氨酸、苯丙氨酸、谷氨酸、DL-赖氨酸、L-甲硫氨酸、L-鸟氨酸、L-苏氨酸、色氨酸和 L-丝氨酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。极性脂包括磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和两种未知的氨基磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.1 mol%～37.1 mol%。该菌株与 *G. dipsosauri*、*G. halotolerans* 和 *Paraliobacillus ryukyuensis* 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 95.7%、95.4%和 94.8%，与其 DNA-DNA 杂交关联度均低于 70%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gctcaggacg  aacgctggcg  gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgagcgcgg  gaagcttgtc
61     tgatctcttc  ggagtgaagc  gagtggaacg  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtgggca
121    acctacctat  aagactggga  taactccggg  aaaccggggc  taataccgga  taacactttt
181    cttcacatga  agggaagttg  aaagatggct  tcttgctatc  acttacagat  gggcccgcgg
241    cgcattagct  agttggtgag  gtaagagctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag
301    agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta
361    gggaatcttc  cgcaatggac  gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgaac  gaagaaggtt
421    ttcggatcgt  aaagttctgt  tgttagggaa  gaacaagtac  cgttcgaata  gggcggtacc
481    ttgacggtac  ctatcgagga  agccccggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt
541    agggggcaag  cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  tttcttaagt
601    ctgatgtgaa  atcttgtggc  tcaaccacaa  gcggtcattg  gaaactgggg  aacttgagta
661    cagaagagga  gagcggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagatatg  tggaggaacc
721    ccagtggcga  aggcggctct  ctggtctgta  actgacgctg  aggtgcgaaa  gcgtggggag
781    cgaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  ggtgttaggg
841    ggtttccgcc  ccttagtgct  gcagttaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggcc
901    gcaaggctga  aactcaaaag  aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt
961    aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  cttcggatgt  ccctagagat
1021   agggagttcc  cttcggggac  cgaatgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1081   tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcattca
1141   gttgggcact  ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa
1201   tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac  acgtgctaca  atggatagaa  caaagggaag
1261   cgaagccgca  aggtgtagca  aatcccgtaa  atctattctc  agttcggatt  gcaggctgca
1321   actcgcctgt  atgaagccgg  aatcgctagt  aatcgtggat  cagcatgcca  cggtgaatac
1381   gttcccgggc  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gttggcaaca  cccgaagtcg
1441   gtggggtaac  ctt
```

322. *Gracilibacillus quinghaiensis*（青海纤细芽胞杆菌）

【种类编号】1-20-11。*Gracilibacillus quinghaiensis* Chen et al.，2008，sp. nov.（青海纤细芽胞杆菌）。**★模式菌株：**YIM-C229 = DSM 17858 = CGMCC 1.6304。**★16S rRNA 基因序列号：**EU135723。**★种名释意：***quinghaiensis* 意为模式菌株分离自我国青海省，故其中文名称为青海地芽胞杆菌（quing.hai.en′sis，N.L. fem. adj. quinghaiensis pertains to

Qinghai，Western province of China，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 YIM-C229^{T} 是从我国西北地区柴达木盆地盐湖沉积物中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（4～6）μm ×（0.4～0.6）μm］、革兰氏阳性、专性需氧、链状生长，形成芽胞、椭圆形、端生、胞囊膨大。MA 2261 培养基上 37℃培养 4～5 d 后形成的菌落直径为 1～1.5 mm、圆形、透明、微不规则，菌落颜色随培养时间由乳白色变成浅桃红色。无扩散色素。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 4～45℃、6.0～8.5 和 0.5%～8%; 最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 37℃、7.0～7.5 和 1%～3%。耐萘啶酸（20 μg）；对下列抗生素敏感：氨苄西林（30 μg）、氯霉素（30 μg）、庆大霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、新生霉素（30 μg）、多黏菌素 B（30 μg）、利福平（5 μg）、链霉素（10 μg）和四环素（30 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解几丁质、七叶苷和尿素，不能水解酪蛋白、明胶、淀粉和吐温 80。能还原硝酸盐，V-P 反应和甲基红反应为阴性，不产 H_2S 和吲哚。能氧化阿拉伯糖、肌醇和山梨醇，能发酵葡萄糖，不能利用柠檬酸盐。API 50CH 测试结果表明，能利用下列化合物产酸：D-阿拉伯糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、肌醇、D-山梨醇、D-松二糖、葡萄糖酸钾、2-酮基-葡萄糖酸钾。Biolog GP2 测试结果表明，能氧化下列化合物：苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、熊果苷、D-纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、甘油、肌醇、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-棉籽糖、D-山梨醇、蔗糖、D-海藻糖、松二糖、L-丙氨酸和 L-天冬酰胺。下列酶活性为阳性：酸性磷酸酶、碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶和脲酶。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$、$C_{16:1\omega11c}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油。细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.9 mol%。16S rRNA 基因序列表明，菌株 YIM-C229^{T} 与 *G. halotolerans* NN^{T}、*G. dipsosauri* DD1^{T}、*G. orientalis* XH-63^{T} 和 *G. boraciitolerans* T-16X^{T} 的同源性分别为 95.5%、96.1%、96.8%和 99.1%。DNA-DNA 杂交结果显示，菌株 YIM-C229^{T} 与 *G. boraciitolerans* DSM 17256^{T} 的关联度为 30.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1    gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagca  agcagatcct
61   cttcggaggt  gacgcttgtg  gaacgagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaacctg
121  cctgtaagac  tgggataacc  ccgggaaacc  ggggctaata  ccggataaca  cattacttcg
181  catgaaggaa  tgttgaaaga  tggcttttat  gctatcactt  acagatgggc  ctgcggcgca
241  ttagctagtt  ggtgaggtaa  tggctcacca  aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg
301  tgatcggcca  cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga
361  atcttccgca  atggacgaaa  gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgaacgaag  aaggttttcg
421  gatcgtaaag  ttctgttgtt  agggaagaac  aagtgccgtt  caaatagggc  ggcaccttga
481  cggtacctat  cgaggaagcc  ccggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggg
541  ggcaagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgt  aggcggtttc  ttaagtctga
601  tgtgaaatct  tgcggctcaa  ccgcaagcgg  tcattggaaa  ctggggaact  tgagtgcaga
661  agaggagagt  ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gatatgtgga  ggaacaccag
721  tggcgaaggc  gactctctgg  tctgtaactg  acgctgaggt  gcgaaagcgt  ggggagcgaa
781  caggattaga  taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaggtg  ttagggggtt
```

```
841   tccgcccctt  agtgctgcag  ttaacgcatt  aagcactccg  cctggggagt  acggccgcaa
901   ggctgaaact  caaaagaatt  gacgggggcc  cgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt
961   cgaagcaacg  cgaagaacct  taccaggtct  tgacatcttc  ggatgtccct  agagataggg
1021  agttcccttc  ggggaccgaa  tgacaggtgg  tgcatggttg  tcgtcagctc  gtgtcgtgag
1081  atgttgggtt  aagtcccgca  acgagcgcaa  cccctgatct  tagttgccag  cattcagttg
1141  ggcactctaa  ggtgactgcc  ggtgacaaac  cggaggaagg  tggggatgac  gtcaaatcat
1201  catgcccctt  atgacctggg  ctacacacgt  gctacaatgg  atggtacaga  gggtagcgaa
1261  gccgcgaggt  gaagcaaatc  tcctaaaacc  attctcagtt  cggattgcag  gctgcaactc
1321  gcctgcatga  agccggaatc  gctagtaatc  gtggatcagc  atgccacggt  gaatacgttc
1381  ccgggccttg  tacacaccgc  ccgtcacacc  acgagagttg  gcaacacccg  aagtcggtgg
1441  ggtaaccttt  ggagccagcc  gccgaaggtg  gggccaatga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa
1501  ggtagccgta  tcggaag
```

323. *Gracilibacillus saliphilus*（喜盐纤细芽胞杆菌）

【种类编号】1-20-12。*Gracilibacillus saliphilus* Tang et al.，2009，sp. nov.（喜盐纤细芽胞杆菌）。**★模式菌株：**YIM 91119 = CCTCC AA 208015 = DSM 19802。**★16S rRNA 基因序列号：**EU784646。**★种名释意：***saliphilus* 中 *sal* 为盐之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为喜盐纤细芽胞杆菌（L. n. *sal salis*，salt；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *saliphilus*，salt-loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 YIM 91119^T 是从我国西北地区新疆艾比湖分离得到的。**★形态特征：**细胞细杆状［(0.7～0.9) μm×(2.0～10) μm］、革兰氏阴性、中度嗜盐、好氧，形成芽胞、球形、端生。ISP5 培养基上形成的菌落直径为 0.5～1 mm、圆形、奶油色、凸起、不透明。**★生理特性：**生长的盐浓度是 1%～22%，最适生长的 NaCl 浓度是 10%～15%，无盐存在时菌株不生长；生长温度和 pH 分别是 4～45℃和 6.0～8.0，最适生长温度是 28～37℃，最适生长 pH 是 7.0。耐下列化合物：阿米卡星（30 μg）、氨苄西林（10 μg）、环丙沙星（5 μg）、红霉素（15 μg）、庆大霉素（10 μg）、新生霉素（30 μg）、链霉素（10 μg）、妥布霉素（10 μg）和万古霉素（30 μg）。对下列化合物敏感：阿莫西林（10 μg）、氯霉素（30 μg）、林可霉素（2 μg）、新霉素（10 μg）、硫酸奈替米星（30 μg）、诺氟沙星（10 μg）、青霉素（10 U）、利福平（5 μg）、甲氧磺胺类（1.25 μg）和四环素（30 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶、甲基红和 V-P 反应为阳性。不产 H_2S 和吲哚。ONPG 反应、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶和色氨酸脱氨酶为阴性。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。能水解七叶苷、明胶、淀粉和尿素，不能水解酪蛋白、明胶和吐温 40 和吐温 80。利用下列化合物产酸：N-乙酰葡萄糖胺、七叶苷、苦杏仁苷、D-阿拉伯糖和 L-阿拉伯糖、熊果苷、D-半乳糖、纤维二糖、D-果糖、L-岩藻糖、苦杏仁糖、甲基 α-D-吡喃葡萄糖苷、D-葡萄糖、甘油、糖原、乳糖、D-来苏糖、麦芽糖、D-甘露糖、D-甘露醇、蜜二糖、葡萄糖酸钾、2-酮基-葡萄糖酸钾、5-酮基-葡萄糖酸钾、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、蔗糖、水杨苷、L-山梨糖、淀粉、D-己酮糖、海藻糖、松二糖、甲基 β-D-吡喃木糖苷和 D-木糖。酯酶（C8）、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酶和碱性磷酸酶为阳性，但 α-胰凝乳蛋白酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、酯酶（C4）、α-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、N-十六烷基-β-氨基葡萄糖

苷酶、α-岩藻糖苷酶、脂肪酶、亮氨酸芳基酰胺酶（C14）、α-甘露糖苷酶、酸性磷酸酶、胰蛋白酶和缬氨酸芳基酰胺酶为阴性。能利用 L-精氨酸、纤维二糖、甘氨酸和 L-赖氨酸作为唯一碳源、氮源和能源，不能利用乙酸酯、腺嘌呤、D-天冬氨酸盐、柠檬酸盐、半乳糖醇、L-组氨酸、次黄嘌呤、肌醇、丙酸盐、L-脯氨酸、L-丝氨酸、L-苏氨酸、L-酪氨酸、黄嘌呤和木糖醇作为唯一碳源、氮源和能源。**★化学特性：**肽聚糖类型是 A1γ 类型（*meso*-二氨基庚二酸）。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要极性脂是二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.1 mol%。该菌株与 *G. orientalis* 的 16S rRNA 序列同源性最高，为 97.8%；其次为 *G. boraciitolerans*（96.8%）、*G. dipsosauri*（96.5%）和 *G. halotolerans*（95.8%）。与 *G. orientalis* AS 1.4250^T 的 DNA-DNA 杂交关联度为 55%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       cccttgcggg  tgcctataca  tgcaagtcga  gcgcgggaag  cttgtctgat  cccttcgggg
61      tgacgcgagt  ggaacgagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  tgggcaacct  gcctgtaaga
121     ctgggataac  tccgggaaac  cggggctaat  accggataat  acattgcttc  gcatgaagca
181     atgttgaaag  atggctttta  gctatcactt  acagatgggc  ccgcggcgca  ttagctagtt
241     ggtaaggtaa  tggcttacca  aggcaacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca
301     cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca
361     atggacgaaa  gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgaacgaag  aaggttttcg  gatcgtaaag
421     ttctgttgtt  agggaagaac  aagtaccgtt  cgaatagggc  ggtaccttga  cggtacctat
481     cgaggaagcc  ccggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggg  ggcaagcgtt
541     gtccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgt  aggcggtttc  ttaagtctga  tgtgaaatct
601     tgcggctcaa  ccgcaagcgg  ccattggaaa  ctgaggaact  tgagtacaga  agaggagagc
661     ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gatatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc
721     ggctctctgg  tctgtaactg  acgctgaggt  gcgaaagcgt  ggggagcgaa  caggattaga
781     taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaggtg  ttaggggttt  tccgcccctt
841     agtgctgcag  ttaacgcatt  aagcactccg  cctggggagt  acggccgcaa  ggctgaaact
901     caaaagaatt  gacgggggcc  cgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt  cgaagcaacg
961     cgaagaacct  taccaggtct  tgacatcttc  ggatgtccct  agagataggg  agttcccttc
1021    ggggaccgaa  tgacaggtgg  tgcatggttg  tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgggtt
1081    aagtcccgca  acgagcgcaa  cccttgatct  tagttgccag  catttagttg  ggcactctaa
1141    ggtgactgcc  ggtgacaaac  cggaggaagg  tggggatgac  gtcaaatcat  catgcccctt
1201    atgacctggg  ctacacacgt  gctacaatgg  atggaacaaa  gggcagcgaa  gccgcgaggt
1261    gtagcaaatc  ccataaatcc  attctcagtt  cggattgcag  gctgcaactc  gcctgtatga
1321    agccggaatc  gctagtaatc  gtggatcagc  atgccacggt  gaatacgttc  ccgggccttg
1381    tacacaccgc  ccgtcacacc  acgagagttg  gcaacacccg  aagtcggtgg  ggtaaccttt
1441    ggagccagcc  gccgaaggtg  gggccaatga  ttgggggaag  tcgtaacaat  gaagccttaa
1501    g
```

324. *Gracilibacillus thailandensis*（泰国纤细芽胞杆菌）

【种类编号】1-20-13。*Gracilibacillus thailandensis* Chamroensaksri et al.，2010，sp. nov.（泰国纤细芽胞杆菌）。**★模式菌株：**TP2-8 = JCM 15569 = PCU 304 = TISTR 1881。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ182214。**★种名释意：***thailandensis* 意为模式菌株分离自泰国，故

其中文名称为泰国纤细芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *thailandensis*，of or pertaining to Thail，where the type strain was isolated）。

【种类描述】**★菌株来源：**菌株 TP2-8^{T}是从泰国鱼酱油中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.3～0.4）μm×（3.0～4.0）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、以周生鞭毛运动，形成芽胞、端生、胞囊膨大。菌落直径为 0.2～0.5 mm、呈圆形、透明、白色。**★生理特性：**生长的温度、pH 及 NaCl 浓度分别是 15～55℃、6～8 及 1%～22%，最适生长的温度、pH 及 NaCl 浓度分别是 37℃、7 及 5%～10%。NaCl 浓度等于或低于 0.5%时不生长。厌氧条件下（即使加入 KNO_3）菌株不生长。对下列化合物敏感：氨苄西林（10 μg）、庆大霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、新霉素（30 μg）、新生霉素（30 μg）和利福平（30 μg）；耐短杆菌肽（10 U）、氯霉素（30 μg）和萘啶酸（30 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶、甲基红反应为阳性。能水解七叶苷和明胶，不能水解酪蛋白、淀粉、吐温 80、尿素、L-氨基酸、黄嘌呤、次黄嘌呤。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。不产吲哚和 H_2S，V-P 反应和精氨酸双水解酶为阴性。利用下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、甘油、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、蜜二糖、棉籽糖、松三糖、鼠李糖、核糖、水杨苷、蔗糖、海藻糖和 D-木糖。但不能利用下列化合物产酸：肌醇、菊糖、乳糖、山梨醇、核糖醇和阿糖醇。能利用 L-精氨酸、纤维二糖、半乳糖、乳糖、D-甘露糖、松三糖、棉籽糖、柠檬酸钠和海藻糖，但不能利用甘氨酸、L-天冬氨酸、L-半胱氨酸、L-谷氨酸、马尿酸、L-赖氨酸、L-鸟氨酸、L-苯丙氨酸、乙酸钠、丙酮酸盐、苯甲酸钠、L-苏氨酸或 D-木糖作为唯一碳源和氮源。**★化学特性：**肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和未知的磷脂。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 37.6 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明：菌株 TP2-8^T 在 Bacillaceae 群中形成了一个明显的分支，与 *Gracilibacillus* 同源性达 94%～99.2%，与 *G. saliphilus* YIM 91119^T、*G. lacisalsi* BH312^T、*G. orientalis* XH-63^T、*G. quinghaiensis* YIM C229^{T}和 *G. boraciitolerans* T-16X^{T}的同源性分别为 99.2%、98.6%、97.7%、97.7%和 97.2%。DNA-DNA 杂交结果显示，菌株 TP2-8^{T}与 *G. saliphilus* YIM 91119^T、*G. lacisalsi* DSM 19029^T、*G. orientalis* CCM 7326^T、*G. quinghaiensis*' DSM 17858 和 *G. boraciitolerans* JCM 21714^{T}的关联度均小于 49%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gtttgatcct  ggctcaggac  gaacgctggc  ggcgtgccta  atacatccaa  gtcgagcgcg
61    ggaagcttgt  ctgatccctt  cggggtgacg  cgagtggaac  gagcggcgga  cgggtgagta
121   acacgtgggc  aacctgcctg  taagactggg  ataactccgg  gaaaccgggg  ctaataccgg
181   ataatacatt  gcttcgcatg  aagcaatgtt  gaaagatggc  tttggctatc  acttacagat
241   gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtaag  gtaatggctt  accaaggcaa  cgatgcgtag
301   ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga
361   ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac  gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgaac
421   gaagaaggtt  ttcggatcgt  aaagttctgt  tgttagggaa  gaacaagtac  cgttcaaata
481   gggcggtacc  ttgacggtac  ctatcgagga  agccccggct  aactacgtgc  cagcagccgc
541   ggtaatacgt  agggggcaag  cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  gcgtaggcgg
601   tttcttaagt  ctgatgtgaa  atcttgcggc  tcaaccgcaa  gcggccattg  gaaactgagg
661   aacttgagtg  cagaagagga  gagcggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagatatg
```

```
721     tggaggaaca  ccagtggcga  aggcggctct  ctggtctgta  actgacgctg  aggtgcgaaa
781     gcgtggggag  cgaacaggat  tagataccct  gggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct
841     aggtgttagg  gggtttccgc  cccttagtgc  tgcagttaac  gcattaagca  ctccgcctgg
901     ggagtacggc  cgcaaggctg  aaactcaaaa  gaattgacgg  gggcccgcac  aagcggtgga
961     gcatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcttcggatg
1021    tccctagaga  tagggagttc  ccttcgggga  ccgaatgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc
1081    agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt
1141    gccagcattt  agttgggcac  tctaaggtga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg
1201    atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac  aatggatgga
1261    acaaagggca  gcgaagccgc  gaggtgtagc  aaatcccata  aatccattct  cagttcggat
1321    tgcaggctgc  aactcgcctg  tatgaagccg  gaatcgctag  taatcgtgga  tcagcatgcc
1381    acggtgaata  cgttcccggg  ccttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agttggcaac
1441    acccgaagtc  ggtggggtaa  cctttggagc  cagccgccga  aggtggggcc  aatgattggg
1501    gtgaagtcgt  aacaaggtag  ccgtatcgga  aggtgcggct  ggatcacctc  c
```

325. *Gracilibacillus ureilyticus*（解尿素纤细芽胞杆菌）

【种类编号】1-20-14。*Gracilibacillus ureilyticus* Huo et al.，2010，sp. nov.（解尿素纤细芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MF38 = CGMCC 1.7727 = JCM 15711。**★16S rRNA 基因序列号：**EU709020。**★种名释意：***ureilyticus* 中 *urea* 为尿之意，*lyticus* 为溶解之意，故其中文名称为解尿素纤细芽胞杆菌（N.L. n. *urea*，urea；N.L. masc. adj. *lyticus*（from Gr. masc. adj. lutikos），able to dissolve；N.L. masc. adj. *ureilyticus*，urea-dissolving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MF38^T 是从我国盐碱地的土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.7～1.0）μm×（1.5～4.5）μm］、革兰氏阳性、可运动、形成芽胞。MA 培养基上 37℃培养 2 d 后形成的菌落直径为 1～2 mm、粗糙、微凸、奶油色、边缘稍不规则。**★生理特性：**生长的 NaCl、pH 和温度分别是 0～15%、6.5～8.5 和 10～45℃，最适生长的 NaCl、pH 和温度分别是 3.0%、7.0 和 35～37℃。对下列化合物敏感：阿莫西林（10 μg）、氨苄西林（10 μg）、杆菌肽（0.04 IU）、羧苄西林（100 μg）、头孢噻肟（30 μg）、头孢西丁（30 μg）、氯霉素（30 μg）、红霉素（15 μg）、新霉素（30 μg）、卡那霉素（30 μg）、呋喃妥因（300 μg）、新生霉素（30 μg）、青霉素 G（10 IU）、利福平（5 μg）、四环素（10 μg）和妥布霉素（10 μg）。耐制霉菌素（100 μg）或链霉素（10 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解七叶苷、明胶、淀粉、吐温 20 和尿素，不能水解酪蛋白、DNA、吐温 40、吐温 60、吐温 80 和酪氨酸。不产吲哚和 H_2S，不能利用柠檬酸盐。精氨酸双水解酶、赖氨酸和鸟氨酸羧化酶、色氨酸脱氨酶为阴性。不能发酵苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、D-葡萄糖、肌醇、D-甘露醇、蜜二糖、L-鼠李糖、D-山梨醇和蔗糖。V-P 和 ONPG 反应为阳性，硝酸钠不能被还原。能利用下列化合物作为碳源：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-半乳糖、葡萄糖酸盐、葡萄糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-水杨苷、淀粉、蔗糖、海藻糖和 D-木糖。不能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：乙酸酯、L-丙氨酸、L-精氨酸、L-天冬酰胺、L-天冬氨酸、柠檬酸、L-半胱氨酸、乙醇、甲酸盐、富马酸盐、L-谷氨酸、L-谷氨酰胺、甘氨酸、L-组氨酸、异亮氨酸、乳酸、L-赖氨酸、苹果酸盐、丙二酸盐、L-甲硫氨酸、L-鸟氨酸、丙酸盐、丙

酮酸盐、核糖醇、L-丝氨酸、D-山梨醇、L-山梨糖、琥珀酸盐和 L-缬氨酸。利用下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、葡萄糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、棉籽糖、L-鼠李糖、D-水杨苷、淀粉、蔗糖、海藻糖、D-木糖，但不利用乙醇、核糖醇、D-山梨醇或 L-山梨糖产酸。碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、α-半乳糖苷酶和 β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶为阳性，α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、β-岩藻糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、亮氨酸芳基酰胺酶、酯酶（C14）、α-甘露糖苷酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、胰蛋白酶和缬氨酸芳基酰胺酶为阴性。★**化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{15:0}$、$C_{17:0}$ 和 $C_{16:0}$。★**分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 35.3 mol%。该菌株与 *Gracilibacillus* 的 16S rRNA 同源性为 95.3%～97.7%，同源性最高的为 *G. dipsosauri*，同源性为 97.7%，DNA-DNA 杂交关联度为 45%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gacgaacgct   ggcggcgtgc   ctaatacatg   caagtcgagc   gcgggaagct   aactgaatcc
61      ttcgggagga   cgttagtgga   acgagcggcg   gacgggtgag   taacacgtgg   gcaacctgcc
121     tgtaagactg   ggataactcc   gggaaaccgg   ggctaatacc   ggataatact   tctcctcaca
181     tgagggaaag   ttgaaaggtg   gcttcggcta   ccacttacag   atgggcccgc   ggtgcattag
241     ctagttggtg   aggtaacggc   tcaccaaggc   aacgatgcat   agccgacctg   agagggtgat
301     cggccacact   gggactgaga   cacggcccag   actcctacgg   gaggcagcag   tagggaatct
361     tccgcaatgg   acgaaagtct   gacggagcaa   cgccgcgtga   acgaagaagg   ttttcggatc
421     gtaaagttct   gttgttaggg   aagaacaagt   accgttcaaa   tagggcggta   ccttgacggt
481     acctaccgag   gaagccccgg   ctaactacgt   gccagcagcc   gcggtaatac   gtagggggca
541     agcgttgtcc   ggaattattg   ggcgtaaagc   gcgcgtaggc   ggtttcttaa   gtctgatgtg
601     aaatcttgcg   gctcaaccgc   aagcggtcat   tggaaactgg   ggaacttgag   tacagaagag
661     gagagcggaa   ttccacgtgt   agcggtgaaa   tgcgtagata   tgtggaggaa   caccagtggc
721     gaaggcggct   ctctggtctg   taactgacgc   tgaggtgcga   aagcgtgggg   agcgaacagg
781     attagatacc   ctggtagtcc   acgccgtaaa   cgatgagtgc   taggtgttag   gggtttccg
841     ccccttagtg   ctgcagttaa   cgcattaagc   actccgcctg   gggagtacgg   ccgcaaggct
901     gaaactcaaa   agaattgacg   ggggcccgca   caagcggtgg   agcatgtggt   ttaattcgaa
961     gcaacgcgaa   gaaccttacc   aggtcttgac   atcttcggat   gtccctagag   atagggagtt
1021    cccttcgggg   accgaatgac   aggtggtgca   tggttgtcgt   cagctcgtgt   cgtgagatgt
1081    tgggttaagt   cccgcaacga   gcgcaaccct   tgatcttagt   tgccagcatt   aagttgggca
1141    ctctaaggtg   actgccggtg   acaaaccgga   ggaaggtggg   gatgacgtca   aatcatcatg
1201    ccccttatga   cctgggctac   acacgtgcta   caatggatgg   tacaaagggc   agcgaagccg
1261    cgaggtgaag   ccaatcccat   aaaaccattc   tcagttcgga   ttgcaggctg   caactcgcct
1321    gcatgaagcc   ggaatcgcta   gtaatcgcgg   atcagcatgc   cgcggtgaat   acgttcccgg
1381    gccttgtaca   caccgcccgt   cacaccacga   gagttggtaa   cacccgaagt   cggtggggta
1441    acctttgga    gccagccgcc   gaaggtggga   ccaatgattg   gggtg
```

326. *Gracilibacillus xinjiangensis*（新疆纤细芽胞杆菌）

【种类编号】1-20-15。*Gracilibacillus xinjiangensis* Yang et al.，2013，sp. nov.（新疆纤细芽胞杆菌）。★**模式菌株：**J2 = CGMCC1.12449 = JCM 18859。★**16S rRNA** 基因序

列号：JQ911669。**★种名释意：***xinjiangensis* 意为模式菌株分离自我国新疆维吾尔自治区，故其中文名称为新疆纤细芽胞杆菌（xin.jiang.en′sis. N. L. masc. adj. *xinjiangensis*，pertaining to Xinjiang，in north-west China）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 J2^T 是从我国新疆维吾尔自治区土样中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状 [（0.5～1.0）μm ×（1.5～4.5）μm]、革兰氏阳性、专性好氧、借助极生鞭毛运动。芽胞椭圆形、末端生、胞囊膨大。改良的 HM 培养基上菌落凸起、半透明凝脂。**★生理特性：**生长温度为 16～46℃（最适 35～42℃），pH 为 6.5～8.0（最适 7.0～7.5），NaCl 浓度为 1%～15%（最适 9%～13%，w/v）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解明胶，不能水解淀粉、脲酶、纤维二糖、吐温 20、吐温 40 和吐温 80、色氨酸、黄嘌呤和次黄嘌呤。甲基红、V-P 反应、硝酸盐还原、产 H_2S 和吲哚为阴性，能利用柠檬酸。能利用以下底物作为唯一碳源：阿拉伯糖、纤维二糖、乙醇、果糖、半乳糖、葡萄糖、麦芽糖、甘露醇、甘露糖、甲醇、棉籽糖、鼠李糖、核糖、山梨糖、蔗糖、海藻糖和木糖。能利用纤维二糖、D-半乳糖、麦芽糖、蔗糖、海藻糖和 D-木糖产酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖主要氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、氨基磷脂、两种未知磷酸糖脂和一种糖脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.5 mol%。该菌株与 *G. ureilyticus* MF38^T、*G. dipsosauri* DD1^T、*G. quinghaiensis* YIM-C229^T 和 *G. thailandensis* TP2-8^T 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 98.8%、97.2%、97.1%和 97.0%，DNA-DNA 杂交关联度分别为 29.8%±3.7%、23.0%±3.5%、15.8%±4.9%和 15.9%±5.0%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    gcgggaagca  aactgaactc  ttcggaggga  cgtttgtgga  acgagcggcg  gacgggtgag
121   taacacgtgg  gcaacctgcc  tgtaagactg  ggataactcc  gggaaaccgg  ggctaatacc
181   ggataacact  ttttctctca  tgaggagaag  ttgaaaggtg  gcttcggcta  ccacttacag
241   atgggcccgc  ggtgcattag  ctagttggtg  aggtaacggc  tcaccaaggc  aacgatgcat
301   agccgacctg  agagggtgat  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg
361   gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga
421   acgaagaagg  ttttcggatc  gtaaagttct  gttgttaggg  aagaacaagt  accgttcgaa
481   cagggcggta  ccttgacggt  acctatcgag  gaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc
541   gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgtaggc
601   ggtttcttaa  gtctgatgtg  aaatcttgcg  gctcaaccgc  aagcggtcat  tggaaactgg
661   ggaacttgag  tacagaagag  gagagcggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagata
721   tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcggct  ctctggtctg  taactgacgc  tgaggtgcga
781   aagcgtgggg  agcgaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc
841   taggtgttag  gggtttccg   cccttagtg   ctgcagttaa  cgcattaagc  actccgcctg
901   gggagtacgg  ccgcaaggct  gaaactcaaa  agaattgacg  ggggcccgca  caagcggtgg
961   agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atcttcggac
1021  gaccctagag  atagggagtt  cccttcgggg  accgaatgac  aggtggtgca  tggttgtcgt
1081  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgatcttagt
1141  tgccagcatt  tagttgggca  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg
1201  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg
```

1261　tacaaagggc　agcgaagccg　cgaggtgaag　ccaatcccat　aaaaccattc　tcagttcgga
1321　ttgcaggctg　caactcgcct　gcatgaagcc　ggaatcgcta　gtaatcgcgg　atcagcatgc
1381　cgcggtgaat　acgttcccgg　gccttgtaca　caccgcccgt　cacaccacga　gagttggtaa
1441　cacccgaagt　cggtggggta　acctttggag　ccagccgccg　aaggtgggac　caatgattgg
1501　ggtgaagtcg　taacaaggta　gccgtatcgg　aaggtgcggc　tggatcacct　cctt

二十一、喜盐碱芽胞杆菌属（*Halalkalibacillus*）

【属特征描述】细胞杆状［（0.3～0.5）μm ×（2.0～3.0）μm］、嗜碱、嗜温、好氧、嗜盐、以单极鞭毛运动、形成芽胞、胞囊膨大、革兰氏阳性、KOH 试验和 L-丙氨酸氨肽酶反应为阴性反应；无 NaCl 时菌株不生长。过氧化氢酶和氧化酶为阳性反应；不能还原硝酸钠；不产气；细胞壁肽聚糖类型为 A1γ，主要呼吸醌为 MK-7；细胞的主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、anteiso-$C_{17:0}$和 iso-$C_{15:0}$。DNA 的 G+C 含量是 35.1 mol%±0.4 mol%。模式种为 *Halalkalibacillus halophilus*。**★属名释意：***Halalkalibacillus* 中 *hals* 为盐之意，*qaliy* 为碱之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为喜盐碱芽胞杆菌属（Gr. n. *hals halos*，salt；Arabic n. *al qaliy*，soda ash；L. masc. n. *bacillus*，rod；N.L. masc. n. *Halalkalibacillus*，briny and alkaline media loving rods）。

327. *Halalkalibacillus halophilus*（嗜盐喜盐碱芽胞杆菌）

【种类编号】1-21-1。*Halalkalibacillus halophilus* Echigo et al.，2007，sp. nov.（嗜盐喜盐碱芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BH2 = DSM 18494 = JCM 14192。**★16S rRNA 基因序列号：**AB264529。**★种名释意：**种名中 *halophilus* 为喜爱盐之意，故中文名称为嗜盐喜盐碱芽胞杆菌（Gr. n. hals halos，salt；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *halophilus*，salt loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $BH2^T$ 是从日本琦玉县无盐分花园土壤中分离出来的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.3～0.5）μm ×（2.0～3.0）μm］、嗜碱、嗜温、好氧、嗜盐、以单极鞭毛运动、形成芽胞、胞囊膨大、革兰氏阳性。菌落呈奶油色、不透明；厌氧条件下菌株不生长。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 20～40℃、5.5～10.0 和 5%～25%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30～37℃、8.5～9.0 和 10%～15%。菌株对下列化合物敏感：氨苄西林、杆菌肽、新生霉素和氯霉素；但耐四环素、链霉素、卡那霉素和茴香霉素。**★生化特性：**利用下列化合物不产酸：不能水解淀粉、明胶、酪蛋白、DNA、马尿酸盐、七叶苷、支链淀粉和吐温 80。D-半乳糖、麦芽糖、蔗糖、D-海藻糖、D-甘露醇、D-果糖、D-葡萄糖或 D-木糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、anteiso-$C_{17:0}$和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35.1 mol%±0.4 mol%。与 *Alkalibacillus haloalkaliphilus*、*A. filiformis* 和 *A. salilacus* 的 16S rRNA 基因序列同源性为 94.1%～93.6%，与 *Tenuibacillus devorans*、*Filobacillus milosensis* 和 *Tenuibacillus multivorans* 的同源性分别为 94.0%、94.0%和 92.9%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gctggcggcg　tgcctaatac　atgcaagtcg　agcgcaggaa　gcagacggat　cccttcgggg
61　tgatgtctgt　ggaatgagcg　gcggacgggt　gagtaacacg　tgggcaacct　gcctgtaaga

```
121   ctgggataac cccgggaaac cggggctaat accggataac atcaggaacc tcctggttct
181   tgagtgaaag atggcctttg tgctatcact tacagatggg cccgcggcgc attagctagt
241   tggtaaggta atggcttacc aaggcgacga tgcgtagccg acctgagagg gtgatcggcc
301   acactgggac tgagacacgg cccagactcc tacgggaggc agcagtaggg aatcatccgc
361   aatggacgaa agtctgacgg tgcaacgccg cgtgagtgaa gaaggttctc ggatcgtaaa
421   gctctgttgt tagggaagaa caagtgccgt gcgaatagaa cggcaccttg acggtaccta
481   accagaaagc cacggctaac tacgtgccag cagccgcggt aatacgtagg tggcaagcgt
541   tgtccggaat tattgggcgt aaagcgcgcg caggcggttt cttaagtctg atgtgaaatc
601   ttgcggctca accgcaagcg gtcattggaa actggggaac ttgagtacag aagaggagag
661   tggaattcca cgtgtagcgg tgaaatgcgt agagatgtgg aggaacacca gtggcgaagg
721   cgactctctg gtctgtaact gacgctgagg cgcgaaagcg tggggagcga acaggattag
781   ataccctggt agtccacgcc gtaaacgatg agtgctaggt gttgggggt ccaaccctca
841   gtgctgcagt taacgcaata agcactccgc ctggggagta cggccgcaag gctgaaactc
901   aaaggaattg acgggggccc gcacaagcgg tggagcatgt ggtttaattc gacgcaacgc
961   gaagaacctt accaggtctt gacatcttcg gacagcctaa gagattaggt gttcccttcg
1021  gggaccgaat gacaggtggt gcatggttgt cgtcagctcg tgtcgtgaga tgttgggtta
1081  agtcccgcaa cgagcgcaac ccctgacctt agttgccagc attcagttgg gcactctaag
1141  gtgactgccg gtgacaaacc ggaggaaggt ggggacgacg tcaaatcatc atgcccctta
1201  tgacctgggc tacacacgtg ctacaatgga tggtacaaag ggaagcgaag ccgtgaggtg
1261  gagccaatcc cataaagcca ttctcagttc ggattgtagg ctgcaactcg cctatatgaa
1321  gccggaatcg ctagtaatcg cggatcagca tgccgcggtg aatacgttcc cgggccttgt
1381  acacaccgcc cgtcacacca cgagagttgg taacacccga agtcggtggg gtaacctttc
1441  ggagccagcc gccgaaggtg ggaccaatga ttggggtgaa gtcgtaacaa gg
```

二十二、喜盐芽胞杆菌属（*Halobacillus*）

【属特征描述】营养细胞革兰氏阳性，形成芽胞，杆状或球形至卵圆形，以鞭毛运动。芽胞能抵抗 75℃温育至少 10 min。肽聚糖为 L-Orn-D-Asp 型。中度嗜盐，严格好氧，化能有机营养型。过氧化氢酶和氧化酶为阳性，DNA 酶和脲酶为阴性。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。V-P 反应为阴性。菌落产生不扩散的黄色色素。DNA 的 G+C 含量为 40 mol%～43 mol%（T_m 法）。模式种为 *Halobacillus halophilus*。**★属名释意：***Halobacillus* 中 *hals* 为盐之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为喜盐芽胞杆菌属［Gr. n. *hals halos*，salt；L. masc. n. *bacillus*，rod；N.L. masc. n. *Halobacillus*，a salt（-loving）rod］。

328. *Halobacillus aidingensis*（艾丁湖喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-1。*Halobacillus aidingensis* Liu et al.，2005，sp. nov.（艾丁湖喜盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**AD-6 = CGMCC 1.3703 = JCM 12771。**★16S rRNA 基因序列号：**AY351389。**★种名释意：***aidingensis* 意为模式菌株分离自我国新疆艾丁盐湖，故其中文名称为艾丁湖喜盐芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *aidingensis*，pertaining to Aiding salt lake，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 AD-6T 是从我国新疆艾丁盐湖中分离得到的。★形态特征：细胞杆状［（1.0～2.8）μm×（0.6～1.2）μm］、革兰氏阳性、单生或成对生长、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、中生或旁端生。培养 3 d 后形成的菌落直径为 1～2 mm、呈圆形、光滑、橘红色、全缘。★生理特性：生长的 NaCl 浓度为 0.5%～20%，最适生长 NaCl 浓度为 10%；生长温度是 15～40℃，最适生长温度是 32℃；生长的 pH 是 6～10，最适生长 pH 是 7.5。★生化特性：过氧化氢酶和氧化酶、DNA 酶为阳性，脲酶为阴性。能水解淀粉、明胶和酪蛋白，不能水解酪氨酸、七叶苷和吐温 80。卵磷脂酶、磷酸酶、苯丙氨酸脱氨酶和精氨酸双水解酶为阴性。V-P 反应为阴性。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。利用下列碳源产酸：D-果糖、D-葡萄糖、D-海藻糖、D-甘露醇、麦芽糖和蔗糖，但不能利用 D-半乳糖或 D-木糖产酸。★化学特性：细胞壁肽聚糖类型为 L-Orn-D-Asp。主要呼吸醌为 MK-7。细胞的主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 42.2 mol%。该菌株与 *H. halophilus* DSM 2266T、*H. litoralis* DSM 10405T、*H. karajensis* DSM 14948T、*H. salinus* JCM 11546T、*H. locisalis* KCCM 41687T 和 *H. trueperi* DSM 10404T 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 96.2%、98.0%、98.2%、96.9%、97.6%和 98.6%，DNA-DNA 杂交关联度分别为 28%、29.8%、37.1%、17%、35.6%及 45.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ccggggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag  cgcgggaagc  gagtggatcc  cttcggggtg
61    aagctcgtgg  aacgagcggc  ggacgggtga  gtaacacgtg  ggcaacctgc  ctgtaagatc
121   ggaataaccc  cggcaaaccg  gggctaatgc  cgggtaatac  tttctttcgc  atgaaggaaa
181   gttgaaagat  ggcttcttgc  tatcacttac  agatgggccc  gcggcgcatt  agctagttgg
241   tgaggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca
301   ctgggactga  gacacggccc  agactctacg  ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg
361   gacgaaagtc  tgacggagca  acgccccgtg  aacgatgaag  gtcttcggat  cgtaaagttc
421   tgttgttagg  gaagaacaag  taccgtgcga  atagcggtac  cttgacggta  cctaacgagg
481   aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  tagggcaagc  gttgtccgga
541   attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  tccttaagtc  tgatgtgaaa  gcccacggct
601   caaccgtgga  gggtcattgg  aaactgggga  acttgaggac  agaagaggag  agtggaattc
661   cacgtgtagc  ggtgtaatgc  gtagatatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactctc
721   tggtctgttt  ctgacgctga  ggtgcgaaag  cgtgggtagc  aaacaggatt  agataccctg
781   gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctag  gtgttagggg  gcttccaccc  ctttgctgaa
841   gttaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggccgca  aggctgaaac  tcaaaggaat
901   tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc
961   ttaccaggtc  ttgacatcct  tggacatccc  tagagatagg  gctttccctt  cggggaccaa
1021  gtgacaggtg  gtgcatatgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga  tgttgcgtta  agtcccgcaa
1081  cgagcgcaac  ccctaatctt  agttgccagc  attcagttgg  gcactctaag  gtgactgccg
1141  gtgacaaacc  ggagaaggcc  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct
1201  acacacgtgc  tacaatggat  ggtacaaagg  ccagcgaagc  cgcgaggtgt  agcaaatccc
1261  ataaaaccat  tctcagttcg  gattgcaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag  ccggaatcgc
1321  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc  gggccttgta  cacaccgccc
1381  gtcacaccac  gagagttggc  aacacccgaa  gtcggtgagg  taaccttttt  ggagcctgcc
1441  gccgaagtgg  ggccaatgat  tggggtgaag  tcgtaacaag  gtagccgtcc  cg
```

329. *Halobacillus alkaliphilus*（嗜碱喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-2。*Halobacillus alkaliphilus* Romano et al.，2008，sp. nov.（嗜碱喜盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**FP5 = ATCC BAA-1361 = DSM 18525。**★16S rRNA 基因序列号：**AM295006。**★种名释意：***alkaliphilus* 中 *alkali* 为碱之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜碱喜盐芽胞杆菌［N.L. n. *alkali*，alkali；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *alkaliphilus*，loving alkaline conditions］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $FP5^T$ 是从西班牙南部的丰特-德彼德拉盐湖中分离出来的。**★形态特征：**细胞球形（直径约 1.57 μm）、革兰氏阳性、好氧、形成芽胞。**★生理特性：**生长的 NaCl 浓度是 0.5%～20%，最适生长 NaCl 浓度是 10%；生长温度是 25～45℃，最适生长温度是 37℃；生长的 pH 是 6.0～10.0，最适生长 pH 是 9.0。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。利用下列碳源产酸：木糖、葡萄糖、核糖、麦芽糖、海藻糖、蔗糖、棉籽糖、果糖和甘露糖，利用半乳糖或纤维二糖不产酸。能水解酪氨酸，不能水解淀粉、酪蛋白、明胶、马尿酸盐和尿素。硝酸钠不能被还原。苯丙氨酸脱氨酶为阴性。**★化学特性：**菌株细胞壁的肽聚糖类型为 A4β。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.5 mol%。16S rRNA 基因序列系统发育分析结果表明，该菌株在 *Halobacillus* 中明显地形成了一个分支，与 9 种喜盐芽胞杆菌的 16S rRNA 基因序列同源性为 97.0%～99.0%。DNA-DNA 杂交结果表明，该菌株与喜盐芽胞杆菌属的关联度为 4.5%～35%（*H. trueperi*，4.5%；*H. salinus*，10.5%；*H. karajensis*，18.2%；*H. yeomjeoni*，22.5%；*H. dabanensis*，30.3%；*H. halophilus*，35.0%）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       ggcgtgccta  atacatgcaa  gtcgagcgcg  ggaagcaagc  ggatcccctt  cgggggtgaa
61      gcttgtggaa  cgagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg  caacctgcct  gtaagaccgg
121     aataaccccg  ggaaaccggg  gctaatgccg  ggtaacacct  accttcacct  gaaggaaggt
181     taaaagatgg  cttctcgcta  tcacttacag  atgggcccgc  ggcgcattag  ctagttggtg
241     aggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact
301     gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg
361     acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  acgatgaagg  tcttcggatc  gtaaagttct
421     gttgttaggg  aagaacaagt  accgtgcgaa  tagagcggta  ccttgacggt  acctaacgag
481     gaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc
541     ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggtttcttaa  gtctgatgtg  aaagcccacg
601     gctcaaccgt  ggagggtcat  tggaaactgg  ggaacttgag  gacagaagag  gagagtggaa
661     ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagata  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact
721     ctctggtctg  tttctgacgc  tgaggtgcga  aagcgtgggt  agcaaacagg  attagatacc
781     ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttag  gggcttcca   ccccttagtg
841     ctgaagttaa  cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgg  ccgcaaggct  gaaactcaaa
901     ggaattgacg  ggggcccgca  caagcggtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa
961     gaaccttacc  aggtcttgac  atccttggac  caccctagag  atagggtttt  cccttcgggg
1021    accaagtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt
1081    cccgcaacga  gcgcaacccc  taatcttagt  tgccagcatt  tagttgggca  ctctaaggtg
1141    actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggcggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga
```

1201	cctgggctac	acacgtgcta	caatggatgg	tacaaagggc	agcgaagccg	cgaggtgtag
1261	caaatcccat	aaaaccattc	tcagttcgga	ttgcaggctg	caactcgcct	gcatgaagcc
1321	ggaatcgcta	gtaatcgcgg	atcagcatgc	cgcggtgaat	acgttcccgg	gccttgtaca
1381	caccgcccgt	cacaccacga	gagttggcaa	cacccgaagt	cggtgaggta	acctttatgg
1441	agccagccgc	cgaaggtggg	gccaatgatt	ggggtgaagt	cgta	

330. *Halobacillus campisalis*（盐田喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-3。*Halobacillus campisalis* Yoon et al.，2007，sp. nov.（盐田喜盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ASL-17 = CCUG 54360 = KCTC 13144。**★16S rRNA 基因序列号：**EF486356。**★种名释意：***campisalis* 中 *campus* 为田之意，*salis* 为盐之意，故其中文名称为盐田喜盐芽胞杆菌（L. n. *campus*，field；L. gen. n. *salis*，of salt；N.L. gen. n. *campisalis*，of a field of salt）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ASL-17^T 是从韩国的黄海晒盐田中分离得到的。**★形态特征：**细胞呈球形或椭圆形［（0.7～1.4）μm ×（1.0～1.6）μm］、革兰氏阳性。添加 6% NaCl 的 MA 培养基上 37℃培养 3 d 形成的菌落直径为 1.5～2.0 mm、呈圆形、微凸、光滑、发光、浅黄色。**★生理特性：**Mg^{2+}是生长所必需的。生长温度是 4～41℃，最适生长温度是 37℃，42℃时不生长；生长的 pH 是 7.0～8.0，最适生长 pH 是 5.5，pH 为 5 时菌株不生长；生长 NaCl 浓度是 0～22%，最适生长的 NaCl 浓度为 8%，NaCl 浓度高于 23% 时菌株不生长。对下列化合物敏感：氨苄西林、羧苄西林、头孢菌素、氯霉素、庆大霉素、卡那霉素、林可霉素、新霉素、新生霉素、竹桃霉素、青霉素 G、链霉素和四环素，但耐多黏菌素 B。**★生化特性：**不能水解吐温 20、吐温 40 和吐温 60、次黄嘌呤和黄嘌呤。不产 H_2S。API ZYM 结果表明，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）和 β-半乳糖苷酶为阳性，但酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚 AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。能利用 D-葡萄糖、D-果糖、D-半乳糖、D-纤维二糖、D-甘露糖、海藻糖、蔗糖和麦芽糖，但不能利用 L-阿拉伯糖、D-木糖、乙酸盐、柠檬酸盐、琥珀酸盐、苯甲酸盐、L-苹果酸盐、丙酮酸盐、水杨苷、甲酸盐和 L-谷氨酸。利用下列碳源产酸：D-纤维二糖、乳糖、D-甘露糖、D-松三糖、蜜二糖、D-棉籽糖和 L-鼠李糖，但利用 L-阿拉伯糖、肌醇、D-核糖或 D-山梨醇不产酸。**★化学特性：**细胞壁的肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.1 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，该菌株在喜盐芽胞杆菌属形成了一个明显的分支，同源性达 97.7%～98.6%。DNA-DNA 杂交实验表明，该菌株与喜盐芽胞杆菌属模式菌株的关联度为 11%～25%：*H. halophilus* KCTC 3685^T（18%）、*H. litoralis* KCTC 3687^T（25%）、*H. trueperi* KCTC 3686^T（12%）、*H. karajensis* DSM 14948^T（12%）、*H. salinus* HSL-3^T（19%）、*H. locisalis* MSS-155^T（17%）、*H. yeomjeoni* MSS-402^T（22%）、*H. aidingensis* JCM 12771^T（11%）和 *H. dabanensis* JCM 12772^T（18%）。16S rRNA 基因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc	gcaggaagca	agcggatccc

```
61    cttcgggggt gaaacttgtg gaatgagcgg cggacgggtg agtaacacgt gggcaaccta
121   cctgtaagat cggaataacc ccgggaaacc ggggctaatg ccgggtaaca ccttccttca
181   cctgaaggga ggttaaaaga tggcttctcg ctatcactta cagatgggcc cgcggcgcat
241   tagctagttg gtgaggtaac ggctcaccaa ggcgacgatg cgtagccgac ctgagagggt
301   gatcggccac actgggactg agacacggcc cagactccta cgggaggcag cagtagggaa
361   tcttccgcaa tggacgaaag tctgacggag caacgccgcg tgaacgatga aggtcttcgg
421   atcgtaaagt tctgttgtta gggaagaaca agtaccgtgc gaatagagcg gtaccttgac
481   ggtacctaac gaggaagccc cggctaacta cgtgccagca gccgcggtaa tacgtagggg
541   gcaagcgttg tccggaatta ttgggcgtaa agcgcgcgca ggcggttcct taagtctgat
601   gtgaaagccc acggctcaac cgtggagggt cattggaaac tggggaactt gaggacagaa
661   gaggagagtg gaattccacg tgtagcggtg aaatgcgtag atatgtggag gaacaccagt
721   ggcgaaggcg actctctggt ctgtctctga cgctgaggtg cgaaagcgtg ggtagcaaac
781   aggattagat accctggtag tccacgccgt aaacgatgag tgctaggtgt tagggggctt
841   ccacccctta gtgctgaagt taacgcatta agcactccgc ctggggagta cggccgcaag
901   gctgaaactc aaaggaattg acgggggccc gcacaagcgg tggagcatgt ggtttaattc
961   gaagcaacgc gaagaacctt accaggtctt gacatccttg gaccacccta gagatagggt
1021  tttcccttcg gggaccaagt gacaggtggt gcatggttgt cgtcagctcg tgtcgtgaga
1081  tgttgggtta agtcccgcaa cgagcgcaac ccctaatctt agttgccagc attcagttgg
1141  gcactctaag gtgactgccg gtgacaaacc ggaggaaggc ggggatgacg tcaaatcatc
1201  atgcccctta tgacctgggc tacacacgtg ctacaatgga tggtacaaag ggcagcgaag
1261  ccgcgaggtg tagcaaatcc cataaaacca ttctcagttc ggattgcagg ctgcaactcg
1321  cctgcatgaa gccggaatcg ctagtaatcg cggatcagca tgccgcggtg aatacgttcc
1381  cgggccttgt acacaccgcc cgtcacacca cgagagttgg caacacccga agtcggtgag
1441  gtaaccttta tggagccagc cgccgaaggt ggggccaatg attggggtga agtcgtaaca
1501  aggtagccgt atcggaaggt gc
```

331. *Halobacillus dabanensis*（达班盐湖喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-4。*Halobacillus dabanensis* Liu et al.，2005，sp. nov.（达班盐湖喜盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**D-8 = CGMCC 1.3704 = JCM 12772。**★16S rRNA 基因序列号：**AY351395。**★种名释意：***dabanensis* 意为模式菌株分离自我国新疆达班盐湖，故其中文名称为达班盐湖喜盐芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *dabanensis*，pertaining to Daban salt lake，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 D-8^{T} 从我国新疆达班盐湖中分离得到。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.9）μm ×（2.2～4.2）μm］、革兰氏阳性、单生或成对或短链状生长、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、中生或旁端生。培养 3 d 后形成的菌落直径为 3～4 mm、呈圆形、光滑、全缘、微凸，颜色从起初奶油色逐渐变为橙色。**★生理特性：**生长的 NaCl 浓度是 0.5%～25%，最适生长 NaCl 浓度为 10%；生长的温度是 15～50℃，最适生长温度是 35℃；生长的 pH 是 5.0～11.0，最适生长 pH 是 7.5。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶和 DNA 酶为阳性，脲酶为阴性。利用下列碳源产酸：D-果糖、D-葡萄糖、D-木糖、D-海藻糖、D-甘露糖、麦芽糖和蔗糖，但不能利用 D-半乳糖产酸。能水解淀粉和酪蛋白，不能水解酪氨酸、七叶苷、明胶和吐温 80。V-P 反应为阴性，硝酸钠不

能被还原成亚硝酸钠。★**化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 L-Orn-D-Asp。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.4 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，该菌株在喜盐芽胞杆菌属中形成了一个明显的分支，与 *H. halophilus* DSM2266^T、*H. litoralis* DSM 10405^T、*H. karajensis* DSM 14948^T、*H. salinus* JCM 11546^T、*H. locisalis* KCCM41687^T 和 *H. trueperi* DSM 10404^T 的同源性分别为 97.6%、99.3%、99.5%、97.9%、98.6%和 99.5%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 D-8^T 与 *H. halophilus* DSM2266^T、*H. litoralis* DSM 10405^T、*H. karajensis* DSM 14948^T、*H. salinus* JCM 11546^T、*H. locisalis* KCCM41687^T 和 *H. trueperi* DSM 10404^T 的关联度分别为 20.6%、37%、52.2%、21.1%、47%及 34.9%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagcg  agcggatccc  ttcggggtga
61      agctcgtgga  acgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctgcc  tgtaagaccg
121     gaataacccc  gggaaaccgg  ggctaatgcc  gggtaatact  tttcttcgca  tgaaggaaag
181     ttgaaagatg  gcttctcgct  atcacttaca  gatgggcccg  cggcgcatta  gctagttggt
241     gaggtaacgg  ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac
301     tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg
361     gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  aacgatgaag  gtcttcggat  cgtaaagttc
421     tgttgttagg  gaagaacaag  taccgtgcga  atagagcggt  accttgacgg  tacctaacga
481     ggaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc  aagcgttgtc
541     cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggttcctta  agtctgatgt  gaaagcccac
601     ggctcaaccg  tggagggtca  ttggaaactg  gggaacttga  ggacagaaga  ggagagtgga
661     attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagat  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcgac
721     tctctggtct  gtctctgacg  ctgaggtgcg  aaagcgtggg  tagcaaacag  gattagatac
781     cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaggtgtta  gggggcttcc  acccccttagt
841     gctgaagtta  acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggc  tgaaactcaa
901     aggaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga
961     agaaccttac  caggtcttga  catccttgga  catccctaga  gatagggctt  tcccttcggg
1021    gaccaagtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag
1081    tcccgcaacg  agcgcaaccc  ctaatcttag  ttgccagcat  tcagttgggc  actctaaggt
1141    gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggcgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg
1201    acctgggcta  cacacgtgct  acaatggatg  gtacaaaggg  cagcgaagcc  gcgaggtgta
1261    gcaaatccca  taaaaccatt  ctcagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagc
1321    cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggccttgtac
1381    acaccgcccg  tcacaccacg  agagttggca  acacccgaag  tcggtgaggt  aacctttttg
1441    gagccagccg  ccgaaggtg
```

332. *Halobacillus faecis*（沉泥喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-5。*Halobacillus faecis* An et al.，2007，sp. nov.（沉泥喜盐芽胞杆菌）。★**模式菌株：**IGA7-4 = IAM 15427 = JCM 23212 = KCTC 13121 = NBRC 103569 = MBIC08268。★**16S rRNA 基因序列号：**AB 243865。★**种名释意：***faecis* 为沉积物之意，故其中文名称为沉泥喜盐芽胞杆菌（L. gen. n. *faecis*，of dredge，sediment，from which the organism was isolated）。

【种类描述】★**菌株来源**：菌株 IGA7-4^T 是从日本石垣岛红树林中分离得到的。★**形态特征**：细胞杆状 [（1.6～1.8）μm ×（2.4～3.4）μm]、革兰氏阳性、非能动，形成芽胞、椭圆形和球形、中生。海洋琼脂培养基上培养形成的菌落呈圆形、凸、橙色。★**生理特性**：生长温度和 pH 分别是 15～45℃和 5.5～9.0；生长的 NaCl 浓度是 0～15%。★**生化特性**：过氧化氢酶、明胶酶和 β-半乳糖苷酶为阳性。不产 H_2S、吲哚和 3-羟基丁酮。硝酸钠不能被还原。氧化酶、脲酶和色氨酸脱氨酶为阴性。不能利用柠檬酸盐。赖氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶和鸟氨酸脱羧酶为阴性。利用下列碳源产酸：核糖、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、七叶苷、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、甘油、淀粉和糖原。不能利用下列碳源产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、L-木糖、核糖醇、甲基 β-D-木糖苷、甘露糖、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、甲基 α-D-甘露糖苷、甲基 α-D-葡萄糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、乳糖、蜜二糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、木糖醇、苦杏仁糖、D-松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐、2-酮基-葡萄糖酸盐和 5-酮基-葡萄糖酸。API ZYM 测试结果表明，酯酶（C8）、碱性磷酸酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶和 α-葡萄糖苷酶为阳性，酯酶（C4）、酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。★**化学特性**：细胞壁肽聚糖类型是 Orn-Asp。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。★**分子特性**：菌株 DNA 的 G+C 含量为 46.5 mol%。16S rRNA 系统发育树分析发现，它与 *Halobacillus* 同源性达 99.6%～98.0%。该菌株与喜盐芽胞杆菌属种类的 DNA-DNA 杂交关联度为 9.5%～46.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagcg  agtggatccc
61    ttcggggtga  agctcgtgga  acgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctgcc
121   tgtaagatng  gaataacccc  gggaaaccgg  ggctaatgcc  gggtaatact  ttctttcgca
181   tgaaggaaag  ttgaaagatg  gcttctcgct  atcacttaca  gatgggcccg  cggcgcatta
241   gctagttggt  gaggtaacgg  ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga
301   tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc
361   ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  aacgatgaag  gtcttcggat
421   cgtaaagttc  tgttgttagg  gaagaacaag  taccgttcga  acagggcggt  accttgacgg
481   tacctaacga  ggaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc
541   aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggttcctta  agtctgatgt
601   gaaagcccac  ggctcaaccg  tggagggtca  ttggaaactg  gggaacttga  ggacagaaga
661   ggagagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagat  atgtggagga  acaccagtgg
721   cgaaggcgac  tctctggtct  gtttctgacg  ctgaggtgcg  aaagcgtggg  tagcaaacag
781   gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaggtgtta  gggggcttcc
841   accccttagt  gctgaagtta  acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggc
901   tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg  tttaattcga
961   agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catccttgga  caaccctaga  gatagggctt
1021  tcccttcggg  gaccaagtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg
```

1081　ttgggttaag　tcccgcaacg　agcgcaaccc　ctaatcttag　ttgccagcat　tnagttgggc
1141　actctaaggt　gactgccggt　gacaaaccgg　aggaaggcgg　ggatgacgtc　aaatcatcat
1201　gccccttatg　acctgggcta　cacacgtgct　acaatggatg　gtacaaaggg　cagcgaagcc
1261　gcgaggtgta　gcaaatccca　taaaaccatt　ctcagttcgg　attgcaggct　gcaactcgcc
1321　tgcatgaagc　cggaatcgct　agtaatcgcg　gatcagcatg　ccgcggtgaa　tacgttcccg
1381　ggccttgtac　acaccgcccg　tcacaccacg　agagttggca　acacccgaag　tcggtgaggt
1441　aacctttttg　gagccagccg　ccgaaggtgg　ggccaatgat　tggggtgaag　tcgtaacaag
1501　gtagccgtat　cggaagg

333. *Halobacillus halophilus*（嗜盐喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-6。*Halobacillus halophilus*（Claus et al.，1984）Spring et al.，1996，comb. nov.（嗜盐喜盐芽胞杆菌）= *Sporosarcina halophila* Claus et al.，1984。**★模式菌株：**3 = ATCC 35676 = DSM 2266 = JCM 20832 = LMG 17431 = NBRC 102448。**★16S rRNA 基因序列号：**AB367153。**★种名释意：***halophilus* 中 *hals* 为盐之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜盐喜盐芽胞杆菌（Gr. n. *hals halos*，salt；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *halophilus* salt-loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 3^{T} 分离自高盐度的沼泽地土壤。**★形态特征：**细胞椭圆形［（1.0～2.0）μm ×（2.0～3.0）μm］或球形（1.0 μm～2.5 μm）、革兰氏阳性、严格好氧、轻度嗜盐、单生、成对、三联、四联或成团生长。常成对或聚对生长，表面平坦，细胞能运动，鞭毛多生或单生。形成芽胞、圆形（0.5 μm～1.5 μm）、中生或侧生。菌落呈圆形、光滑、不透明、橙色、无扩散色素。**★生理特性：**无 Na^{+}、Mg^{2+}和 Cl^{-}存在时，菌株不生长。生长的 pH、NaCl 浓度和温度分别是 7.0～9.0、20～150 g/L 和 15～37℃。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。V-P 反应为阴性。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。能水解酪蛋白、明胶、淀粉和支链淀粉，不能分解酪氨酸。精氨酸双水解酶、卵磷脂酶、纤维素酶、几丁质酶、葡聚糖酶和脲酶为阴性。利用葡萄糖和其他糖类不产酸。利用碳水化合物不产气。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖为 L-Orn-D-Asp 型。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.1 mol%～40.9 mol%（T_m）。16S rRNA 基因序列如下。

1　tcgctagtaa　tcgcggatca　gcatgccgcg　gtgaatacgt　tcccgggcct　tgtacacacc
61　gcccgtcaca　ccacgagagt　tggcaacacc　cgaagtcggt　gaggtaacct　ttatggagcc
121　agccgccgaa　ggtggggcca　atgattgggg　tgaagtcgta　acaaggtagc　cgtatcggaa
181　ggtgcggctg　gatcacctcc　tttctaagga　aaccggaaag　gcggaaacga　ccgatggtcg
241　tggaagctgg　accggacgga　agacgtacct　ggttggttgt　tcagttttga　gagattaaac
301　tatttaaaat　atttaatcct　atagtaattg　gatgggcctg　tagctcagtt　ggtcagagcg
361　cacgcctgat　aagcgtgagg　tcggtggttc　aagtccactc　aggcccacca　ttcaattttg
421　gggccttagc　tcagctggga　gagcgcctgc　tttgcacgca　ggaggtcagc　ggttcgatcc
481　cgctaggctc　caccatttaa　atgaatgatt　taaacacaaa　gtgtgatttt　gtgttttata
541　ttcaacccta　aataatgggt　gtgaaccttg　aaaactggat　aaggaatcaa　tagcgtttta
601　gacgctagtg　atgacaagac　attcaacaga　aacatcgaac　gaaacaacgt　cttttcacga
661　cgatagttaa　gtgaataagg　gcgcacggtg　gatgccttgg　tactaggagc　cgatgaagga
721　cgggactaac　accgatatgc

334. *Halobacillus hunanensis*（湖南喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-7。*Halobacillus hunanensis* Peng et al.，2009，sp. nov.（湖南喜盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JSM 071077 = DSM 21184 = KCTC 13235。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ425898。**★种名释意：***hunanensis* 意为模式菌株分离自我国湖南省，故其中文名称为湖南喜盐芽胞杆菌（hu.nan.en′sis. N.L. masc.adj. *hunanensis*，pertaining to Hunan Province，China，where the sample was collected）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JSM 071077^T 是从我国湖南盐矿的地下卤水样品中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状 [（0.4～0.7）μm ×（1.5～3.0）μm]、单个或成对或链状、中度嗜盐、革兰氏阳性、好氧、借助周生鞭毛运动、芽胞椭圆形、亚末端生、胞囊膨大。MA2216 培养基上（添加 5% NaCl）菌落规则。**★生理特性：**生长温度为 10～40 ℃（最适为 25～30℃）、pH 为 6.0～10.0（最适为 7.5）、NaCl 浓度是 2%～25%（w/v）（最适为 5%～10%）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能还原硝酸盐。甲基红反应和 V-P 反应为阴性。不产 H_2S 和吲哚。能水解七叶苷、DNA、明胶、吐温 20、吐温 40 和吐温 80，不能水解酪蛋白、纤维素、淀粉、吐温 60、酪氨酸、次黄嘌呤和黄嘌呤。能利用纤维二糖、D-葡萄糖、D-核糖和海藻糖产酸，不能利用核糖醇、D-阿拉伯醇、L-阿拉伯糖、半乳糖醇、D-果糖、麦芽糖、D-半乳糖、甘油、肌醇、D-乳糖、D-甘露醇、D-甘露糖、蜜二糖、蜜三糖、棉籽糖、L-鼠李糖、苦杏仁苷、D-山梨醇、蔗糖、D-木糖。能利用下列碳源作为唯一碳源和能源：葡聚糖、D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露糖、蔗糖、L-天冬酰胺。但不能利用下列物质作为唯一碳源和能源：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-乳糖、蜜三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、苦杏仁苷、海藻糖、D-木糖、核糖醇、D-阿拉伯醇、甘油、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、乙酸盐、丁酸盐、柠檬酸盐、葡萄糖酸盐、琥珀酸盐、L-丙氨酸、L-精氨酸、L-谷氨酸、甘氨酸、L-组氨酸、脯氨酸、L-亮氨酸、L-异亮氨酸、L-甲硫氨酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸和 L-缬氨酸。**★化学特性：**细胞壁的肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要细胞脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.8 mol%。该菌株与 *H. naozhouensis* 的 16S rRNA 同源性为 98.8%，与该属其他模式菌株同源性为 95.2%（*H. alkaliphilus*）～97.6%（*H. kuroshimensis*）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1    ggccagttgg ccggcgtgct tatacatgca agtcgagcgc aggaagcagg cagatcccct
61   tcgggggtga tgcctgtgga atgagcggcg gacgggtgag taacacgtgg gcaacctgcc
121  tgtaagatcg gaataactcc gggaaaccgg ggctaatgcc gggtaatcct ttttctcgca
181  tgggagagag gtaaaagatg gcctttggct atcacttaca gatgggcccg cgacgcatta
241  gctagttggt gaggtaatag ctcaccaagg cgacgatgcg tagccgacct gagagggtga
301  tcggccacac tgggactgag acacggccca gactcctacg ggaggcagca gtagggaatc
361  ttccgcaatg gacgaaagtc tgacggagca acgccgcgtg aacgatgaag gtcttcggat
421  cgtaaagttc tgttgttagg gaagaacaag taccgtgcga atagagcggt accttgacgg
481  tacctaacga ggaagccccg gctaactacg tgccagcagc cgcggtaata cgtagggggc
541  aagcgttgtc cggaattatt gggcgtaaag cgcgcgcagg cggtttctta agtctgatgt
601  gaaagcccac ggctcaaccg tggagggtca ttggaaactg gggaacttga ggacagaaga
661  ggagagtgga attccacgtg tagcggtgaa atgcgtagat atgtggagga acaccagtgg
```

721	cgaaggcgac	tctctggtct	gtttctgacg	ctgaggtgcg	aaagcgtggg	tagcaaacag
781	gattagatac	cctggtagtc	cacgccgtaa	acgatgagtg	ctaggtgtta	gggggcttcc
841	accccttagt	gctgaagtta	acgcattaag	cactccgcct	ggggagtacg	gccgcaaggc
901	tgaaactcaa	aggaattgac	gggggcccgc	acaagcggtg	gagcatgtgg	tttaattcga
961	agcaacgcga	agaaccttac	caggtcttga	catccttgga	ccgccctaga	gatagggtct
1021	tcccttcggg	gaccaagtga	caggtggtgc	atggttgtcg	tcagctcgtg	tcgtgagatg
1081	ttgggttaag	tcccgcaacg	agcgcaaccc	ctaatcttag	ttgccagcat	tcagttgggc
1141	actctaaggt	gactgccggt	gacaaaccgg	aggaaggcgg	ggatgacgtc	aaatcatcat
1201	gccccttatg	acctgggcta	cacacgtgct	acaatggatg	gtacaaaggg	cagcgaagcc
1261	gcaaggtgta	gcaaatccca	taaaaccatt	ctcagttcgg	attgcaggct	gcaactcgcc
1321	tgcatgaagc	cggaatcgct	agtaatcgcg	gatcagcatg	ccgcggtgaa	tacgttcccg
1381	ggccttgtac	acaccgcccg	tcacaccacg	agagttggca	acacccgaag	tcggtgaggt
1441	aacctttatg	gagccagccg	ccgaaggtgg	ggccaatgat	tggggtgaag	tcgaacaaga
1501	gcctacggc					

335. *Halobacillus karajensis*（卡拉季喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-8。*Halobacillus karajensis* Amoozegar et al.，2003，sp. nov.（卡拉季喜盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MA-2 = DSM 14948 = LMG 21515。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ486874。**★种名释意：***karajensis* 意为模式菌株分离自伊朗卡拉季地区，故其中文名称为卡拉季喜盐芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *karajensis*，from the region of Karaj，Iran，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MA-2^T 是从伊朗卡拉季地区分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（2.5～4.0）μm×（0.8～0.9）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、中度嗜盐、单生、成对或短链状生长、不运动，形成芽胞、球形或椭圆形、中生或旁端生。菌落无色素、奶油色、圆形、不透明和全缘。**★生理特性：**生长的 NaCl 浓度是 1%～24%，最适生长 NaCl 浓度是 10%，无 NaCl 时菌株不生长；生长温度是 10～49℃，最适生长温度是 34～38℃；生长的 pH 是 6.0～9.6，最适生长 pH 是 7.5～8.5。对下列化合物敏感：氨苄西林（10 μg）、阿米卡星（30 μg）、头孢噻吩（30 μg）、氯霉素（30 μg）、萘啶酸（30 μg）、青霉素 G（10 U）、利福平（5 μg）和四环素（30 μg）；耐红霉素（15 μg）和链霉素（10 μg）；对新生霉素（5 μg）半敏感。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解七叶苷、酪蛋白、明胶和淀粉，不能水解吐温 80 和吐温 20。不产吲哚和 H_2S。甲基红、V-P 反应、脲酶、苯丙氨酸脱氨酶和柠檬酸盐利用为阴性。利用下列碳源产酸：D-果糖、麦芽糖、甘露醇、甘露糖和棉籽糖，利用 D-阿拉伯糖、D-半乳糖、D-木糖或蔗糖不产酸。能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：D-葡萄糖、葡萄糖-6-磷酸、D-纤维二糖、淀粉、糊精、麦芽糖、D-蜜二糖、肌醇、乙酸盐、琥珀酸盐和丙酸。不能利用下列化合物生长：D-山梨醇、菊糖、水杨苷或柠檬酸盐。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 L-Orn-D-Asp。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.3 mol%。该菌株与 *H. trueperi* DSM 10404^T、*H. litoralis* DSM 10405^T 和 *H. halophilus* DSM 2266^T 的 16S rRNA 的同源性分别为 99.3%、99.3%和 97.5%，但 DNA-DNA 杂交关联度分别为 32.4%、22.7%和 16.9%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagcg
61    agtggatccc  ttcggggtga  agctcgtgga  acgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg
121   gcaacctgcc  tgtaagaccg  gaataacccc  gggaaaccgg  ggctaatgcc  gggtaatact
181   tttcttcgca  tgaaggaaag  ttgaaagatg  gcttcttgct  atcacttaca  gatgggcccg
241   cggcgcatta  gctagttggt  gaggtaacgg  ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct
301   gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca
361   gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  aacgatgaag
421   gtcttcggat  cgtaaagttc  tgttgttagg  gaagaacaag  taccgtgcga  atagagcggt
481   accttgacgg  tacctaacga  ggaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata
541   cgtagggggc  aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggttcctta
601   agtctgatgt  gaaagcccac  ggctcaaccg  tggagggtca  ttggaaactg  gggaacttga
661   ggaggacaga  ggagagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagat  atgtggagga
721   acaccagtgg  cgaaggcgac  tctctggtct  gtttctgacg  ctgaggtgcg  aaagcgtggg
781   tagcaaacag  gattatatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgactg  ctaggtgtta
841   gggggcttcc  accccttagt  gctgaagtta  acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg
901   gccgcaaggc  tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg
961   tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catccttgga  catccctaga
1021  gatagggctt  tcccttcggg  gaccaagtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg
1081  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ctaatcttag  ttgccagcat
1141  tcagttgggc  actctaaggt  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggcgg  ggatgacgtc
1201  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatggatg  gtacaaaggg
1261  cagcgaagcc  gcgaggtgta  gcaaatccca  taaaaccatt  ctcagttcgg  attgcaggct
1321  gcaactcgcc  tgcatgaagc  cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa
1381  tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagttggca  acacccgaag
1441  tcggtgaggt  aacctttttg  gagccagccg  ccgaaggtgg  ggccaatgat  tggggtgaag
1501  tcgtaacaag  gtagccgtat  cggaaggtg
```

336. *Halobacillus kuroshimensis*（黑岛喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-9。*Halobacillus kuroshimensis* Hua et al.，2007，sp. nov.（黑岛喜盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**IS-Hb7 = DSM 18393 = JCM 14155。**★16S rRNA 基因序列号：**AB195680。**★种名释意：***kuroshimensis* 意为模式菌株分离自日本黑岛，故其中文名称为黑岛喜盐芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *kuroshimensis*，from Kuroshima，Japan，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 IS-Hb7^T 是从日本甲烷冷泉深海碳酸盐岩中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～1.0）μm ×（1.6～3.3）μm］、革兰氏阳性、单生或成对或短链状生长、中度嗜盐、不运动，形成芽胞、球形或椭圆形、端生。培养 3 d 后形成的菌落直径为 1.5～2.5 mm、圆形、凸起、全缘、橙黄色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 9～48℃、5.5～10.0 和 0.5%～25%，最适生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 25℃、7.5～8.0 和 6%。菌株在厌氧条件下弱生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。苯丙氨酸脱氨酶和脲酶为阴性。能水解吐温 20、吐温 40 和吐温 80、淀粉、明胶、酪蛋白和七叶苷，不能水解糊精、α-环糊

精和糖原。利用下列碳源产酸：D-果糖、D-葡萄糖、麦芽糖、甘露糖、肌醇、甘油、N-乙酰葡萄糖、蔗糖和纤维二糖。但不能利用下列碳源产酸：D-半乳糖、D-己酮糖、水杨苷、D-木糖、D-甘露醇、D-海藻糖或蜜二糖。不能利用下列化合物作为唯一碳源：D-木糖、D-葡萄糖、肌醇、麦芽糖、D-甘露糖、吐温 40 和吐温 80。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 L-Orn-D-Asp。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 $C_{16:0}$、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol、$C_{18:1\omega7c}$和 $C_{19:0cyc}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.1 mol%。该菌株与 *H. halophilus* NCIMB 9251^T、*H. trueperi* DSM 10404^T、*H. litoralis* SL-4^T、*H. karajensis* DSM 14948^T、*H. salinus* HSL-3^T、*H. locisalis* SL-4^T、*H. yeomjeoni* MSS-402^T、*H. aidingensis* AD-6^{T}和 *H. dabanensis* D-8^{T}的 16S rRNA 同源性分别为 96.4%、97.9%、97.8%、98.1%、97.0%、97.6%、97.7%、97.2%和 98.5%，DNA-DNA 杂交关联度分别是 30.7%、20.1%、14.7%、27.4%、18.6%、23.5%、1.4%、23.4%和 5.3%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      cagagtttga  tcctggctca  ctaggacgaa  cgctggcggc  gtgcctaata  catgcaagtc
61     gagcgcggga  agcgagtgga  tcccttcggg  gtgaagctcg  tggaacgagc  ggcggacggg
121    tgagtaacac  gtgggcaacc  tgcctgtaag  atcggaataa  ccccgggaaa  ccggggctaa
181    tgccgggtaa  tacttttctt  cgcatgaaga  taagttgaaa  gatggcttct  cgctatcact
241    tacagatggg  cccgcggcgc  attagctagt  tggtgaggta  acggctcacc  aaggcaacga
301    tgcgtagccg  acctgagagg  gtgatcggcc  acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc
361    tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttccgc  aatggacgaa  agtctgacgg  agcaacgccg
421    cgtgaacgat  gaaggtcttc  ggatcgtaaa  gttctgttgt  cagggaagaa  caaagtaccg
481    tgcgaataga  gcggtacctt  gacggtacct  gacgaggaag  ccccggctaa  ctacgtgcca
541    gcagccgcgg  taatacgtag  gggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgcgc
601    gcaggcggtt  ccttaagtct  gatgtgaaag  cccacggctc  aaccgtggag  ggtcattgga
661    aactggggaa  cttgaggaca  gaagaggaga  gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg
721    tagatatgtg  ggggaacacc  agtggcgaag  gcgactctct  gtctgtttct  gacgctgagg
781    tgcgaaagcg  tgggtagcaa  acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg
841    agtgctaggt  gttagggggc  ttccacccct  tagtgctgaa  ggtaacgcat  taagcactcc
901    gcctggggag  tacggccgca  aggctggaac  tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc
961    ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatcct
1021   tggacctccc  tagagatagg  gacttccctt  cggggaccaa  gtgacaggtg  gtgcatggtt
1081   gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca  acccctaatc
1141   ttagttgcca  gcattcagtt  gggcactcta  aggtgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag
1201   gcggggatga  cgtcaaatca  tcatgcccct  tatgacctgg  gctacacacg  tgctacaatg
1261   gatggtacaa  agggcagcga  agccgcgagg  tgtagcaaat  cccataaaac  cattctcagt
1321   tcggattgca  ggctgcaact  cgcctgcatg  aagccggaat  cgctagtaat  cgcggatcag
1381   catgccgcgg  tgaatacgtt  cccgggcctt  gtacacaccg  cccgtatcac  cacgagagtt
1441   ggcaaaaccc  gaagtcggtg  aggtaacctt  ttttgagcca  gccgcgaagt  gtggtccatg
1501   tatgggttgt  gagcgttcac  gttcaccgag  cccctcgggg  tggg
```

337. *Halobacillus litoralis*（岸喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-10。*Halobacillus litoralis* Spring et al. 1996，sp. nov.（岸喜盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SL-4 = ATCC 700076 = CIP 104798= DSM 10405 = LMG 17438。

★16S rRNA 基因序列号：X94558。**★种名释意：***litoralis* 为岸边之意，故其中文名称为岸喜盐芽胞杆菌（L. masc. adj. *litoralis*，pertaining to the shore）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SL-4ᵀ 是从美国犹他州大盐湖的沉积物中分离出来的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.7～1.1）μm ×（2.0～4.5）μm］、单生、成对或短链状生长、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形或球形（直径为 0.7 μm～1.5 μm）、中生或旁端生。**★生理特性：**生长的 NaCl 浓度是 0.5%～25%，最适生长的 NaCl 浓度是 10%；生长的温度是 10～43℃，最适生长温度是 35℃；生长的 pH 是 6.0～9.5，最适生长 pH 是 7.5。**★生化特性：**能利用 D-果糖、麦芽糖、蔗糖、D-木糖、D-葡萄糖、D-甘露醇和 D-海藻糖产酸，不能利用 D-半乳糖产酸。能水解明胶，不能水解酪蛋白、淀粉、支链淀粉、吐温和色氨酸。磷酸酶为阴性。**★化学特性：**肽聚糖为 Orn-D-Asp 型。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cagagtttga tcctggctca ggacgaacgc tggcggcgtg cctaatacat gcaagtcgag
61    cgcgggaagc gagtggctcc cttcggggtg aagctcgtgg aacgagcggc ggacgggtga
121   gtaacacgtg ggcaacctgc ctgtaagacc ggaataaccc cgggaaaccg gggctaatgc
181   cgggtaatac ttttcttcgc atgaaggaaa gttgaaagat ggcttcttgc tatcacttac
241   agatgggccc gcggcgcatt agctagttgg tgaggtaacg gctcaccaag gcgacgatgc
301   gtagccgacc tgagagggtg atcggccaca ctgggactga gacacggccc agactcctac
361   gggaggcagc agtagggaat cttccgcaat ggacgaaagt ctgacggagc aacgccgcgt
421   gaacgatgaa ggtcttcgga tcgtaaagtt ctgttgttag ggaagaacaa gtaccgtgcg
481   aatagagcgg taccttgacg gtacctaacg aggaagcccc ggctaactac gtgccagcag
541   ccgcggtaat acgtaggggg caagcgttgt ccggaattat tgggcgtaaa gcgcgcgcag
601   gcggttcctt aagtctgatg tgaaagccca cggctcaacc gtggagggtc attggaaact
661   ggggaacttg aggacagaag aggagagtgg aattccacgt gtagcggtga aatgcgtaga
721   tatgtggagg aacaccagtg gcgaaggcga ctctctggtc tgtttctgac gctgaggtgc
781   gaaagcgtgg gtagcaaaca ggattagata ccctggtagt ccacgccgta aacgatgagt
841   gctaggtgtt agggggcttc cacccttag tgctgaagtt aacgcattaa gcactccgcc
901   tggggagtac ggccgcaagg ctgaaactca aaggaattga cgggggcccg cacaagcggt
961   ggagcatgtg gtttaattcg aagcaacgcg aagaacctta ccaggtcttg acatccttgg
1021  accaccctag agatagggtt ttccttcggg gaccaaggtg acaggtggtg catggttgtc
1081  gtcagctcgt gtcgtgagat gttgggttaa gtcccgcaac gagcgcaacc cctaatctta
1141  gttgccagca ttcagttggg cactctaagg tgactgccgg tgacaaaccg gaggaaggcg
1201  gggatgacgt caaatcatca tgccccttat gacctgggct acacacgtgc tacaatggat
1261  ggaacaaagg gcagcgaagc cgcgaggtgt agcaaatccc ataaaaccat tctcagttcg
1321  gattgcaggc tgcaactcgc ctgcatgaag ccggaatcgc tagtaatcgc ggatcagcat
1381  gccgcggtga atacgttccc gggccttgta cacaccgccc gtcacaccac gagagttggc
1441  aacacccgaa gtcggtgagg taaccttttt ggagccagcc gccgaaggtg gggccaatga
1501  ttggggtgaa gtcgtaacaa ggtagccgta tcggaaggtg cggctggatc acctccttt
```

338. *Halobacillus locisalis*（盐地喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-11。*Halobacillus locisalis* Yoon et al.，2004，sp. nov.（盐地喜盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MSS-155 = DSM 16468 = KCCM 41687 = KCTC 3788。**★16S rRNA**

基因序列号：AY190534。**★种名释意：***locisalis* 中 *locus* 为地点之意，*salis* 为盐之意，故其中文名称为盐地喜盐芽胞杆菌（L. n. *locus*，a place，locality，country region；L. gen. n. *salis*，of salt；N.L. gen. n. *locisalis*，of a place of salt）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MSS-155^T 由韩国的黄海晒盐田分离得到。**★形态特征：**细胞杆状［（0.8～1.0）μm ×（1.5～4.0）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、以单极鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、中生或次端生、胞囊膨大。培养 3 d 后形成的菌落直径为 2～3 mm、淡橙黄色、光滑、圆形、微凸、稍不规则。**★生理特性：**生长温度是 10～42℃，最适生长温度是 30～35℃；最适生长 pH 是 7～8，可在 pH 为 5 和 9 时生长，但在 pH 为 4.5 或 10 时无法生长。无 NaCl 时菌株不生长，最适生长 NaCl 浓度是 10%，NaCl 浓度为 23%时能生长，但 NaCl 浓度高于 24%时，无法生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。脲酶为阴性。能水解七叶苷、淀粉、吐温 40 和吐温 60，弱水解吐温 20 和吐温 80，不能水解酪蛋白、明胶、次黄嘌呤、酪氨酸和黄嘌呤。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。利用下列糖类产酸：D-纤维二糖、D-果糖、D-葡萄糖、D-松三糖、D-核糖、蔗糖和 D-海藻糖。但不能利用下列糖类产酸：核糖醇、L-阿拉伯糖、D-半乳糖、D-甘露醇、D-甘露糖、蜜二糖、肌醇、乳糖、麦芽糖、D-棉籽糖、L-鼠李糖、D-山梨醇、水苏糖和 D-木糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44.0 mol%。该菌株与 *H. halophilus*、*H. litoralis*、*H. trueperi* 和 *H. salinus* 的 16S rRNA 同源性分别为 97.6%、98.8%、98.8%和 98.3%，与 *H. halophilus* KCTC 3685^T、*H. litoralis* KCTC 3687^T、*H. trueperi* KCTC 3686^T 和 *H. salinus* HSL-3^T 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 6.2%、8.3%、8.9%和 11.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc gcgggaagcg agctgatccc
61    cttcgggggt gacgctcgtg gaacgagcgg cggacgggtg agtaacacgt gggtaacctg
121   cctgtaagat cggaataact ccgggaaacc ggagctaatg ccgggtaata ctttctttcg
181   catgaaggaa agttgaaaga tggcttcttg ctatcactta cagatggacc cgcggcgcat
241   tagctagttg gtgaggtaac ggctcaccaa ggcgacgatg cgtagccgac ctgagagggt
301   gatcggccac actgggactg agacacggcc cagactccta cgggaggcag cagtagggaa
361   tcttccgcaa tggacgaaag tctgacggag caacgccgcg tgaacgatga aggtcttcgg
421   atcgtaaagt tctgttgtta gggaagaaca agtaccgttc gaatagggcg gtaccttgac
481   ggtacctaac gaggaagccc cggctaacta cgtgccagca gccgcggtaa tacgtagggg
541   gcaagcgttg tccggaatta ttgggcgtaa agcgctcgca ggcggttcct taagtctgat
601   gtgaaagccc acggctcaac cgtggagggt cattggaaac tggggaactt gaggacagaa
661   gaggagagtg gaattccacg tgtagcggtg aaatgcgtag atatgtggag gaacaccagt
721   ggcgaaggcg actctctggt ctgtctctga cgctgaggag cgaaagcgtg ggtagcaaac
781   aggattagat accctggtag tccacgccgt aaacgatgag tgctaggtgt tagggggctt
841   ccacccctta gtgctgaagt taacgcatta agcactccgc ctggggagta cggccgcaag
901   gctgaaactc aaaggaattg acgggggccc gcacaagcgg tggagcatgt ggtttaattc
961   gaagcaacgc gaagaacctt accaggtctt gacatccttg gaccacccta gagatagggt
1021  cttcccttcg ggaccaagt gacaggtggt gcatggttgt cgtcagctcg tgtcgtgaga
1081  tgttgggtta agtcccgcaa cgagcgcaac ccctaatctt agttgccagc attcagttgg
1141  gcactctaag gtgactgccg gtgacaaacc ggaggaaggc ggggatgacg tcaaatcatc
1201  atgcccctta tgacctgggc tacacacgtg ctacaatgga tggtacaaag ggcagcgaag
```

1261	ccgcgaggtg	tagcaaatcc	cataaaacca	ttctcagttc	ggattgcagg	ctgcaactcg
1321	cctgcatgaa	gccggaatcg	ctagtaatcg	cggatcagca	tgccgcggtg	aatacgttcc
1381	cgggccttgt	acacaccgcc	cgtcacacca	cgagagttgg	caacacccga	agtcggtgag
1441	gtaacctttt	tggagccagc	cgccgaaggt	ggggccaatg	attggggtga	agtcgtaaca
1501	aggtagccgt	atcggaaggt	gc			

339. *Halobacillus mangrovi*（红树喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-12。*Halobacillus mangrovi* Soto-Ramírez et al.，2008，sp. nov.（红树喜盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MS10 = CCM 7397 = CECT 7206。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ888316。**★种名释意：***mangrovi* 为红树林之意，故其中文名称为红树喜盐芽胞杆菌（N.L. n. *mangrovum*，mangrove；N.L. gen. n. *mangrovi*，of a mangrove）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MS10^T 是从黑皮红树的叶片表面分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（1～2）μm ×（0.5～1）μm］、革兰氏阳性、中度嗜碱、严格好氧、可运动、形成芽胞。菌落呈奶油-棕色、全缘、凸起。**★生理特性：**生长的 NaCl 浓度是 5%～20%，最适生长 NaCl 浓度是 10%；生长温度是 10～50℃，最适生长温度是 33～35℃；生长的 pH 是 6.0～9.0，最适生长 pH 是 7.0。耐多黏菌素（300 U），新霉素（30 μg），链霉素（10 μg）和联磺甲氧苄啶/甲氧苄啶（23.75 μg/1.25 μg）。中等耐红霉素（15 μg），萘啶酸（30 μg）和四环素（30 μg）。对下列化合物敏感：卡那霉素（30 μg）、利福平（5 μg）、杆菌肽（10 U）、万古霉素（30 μg）、新生霉素（30 μg）、头孢噻吩（30 μg）、青霉素（10 U）和氯霉素（30 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不产 H_2S 和吲哚。甲基红、脲酶和 V-P 反应为阴性。不能水解七叶苷和吐温 80，能水解明胶、酪蛋白和淀粉。硝酸钠不能被还原。不能利用下列碳源产酸：葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、甘露糖、木糖、果糖、甘露糖、D-蜜二糖、L-鼠李糖、D-山梨醇、D-半乳糖、肌醇、山梨醇、核糖醇、L-阿糖醇、D-阿糖醇、L-阿拉伯糖、帕拉金糖、海藻糖、纤维二糖、半乳糖醛酸、5-酮基-葡萄糖酸钾和丙酮酸钠。能利用淀粉、D-葡萄糖、D-山梨醇和琥珀酸作为唯一碳源和能源。精氨酸双水解酶、鸟氨酸脱羧酶和酯酶（C14）、赖氨酸脱羧酶、β-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酸酶、N-乙酰基-β-氨基葡萄糖苷酶、芳基酰胺酶、L-天冬氨酸为阴性，β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、α-半乳糖苷酶和 α-甘露糖苷酶为阳性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 L-Orn-D-Asp。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸是 iso-$C_{16:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{14:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45.7 mol%。该菌株与之亲缘关系最近的菌株 *H. dabanensis* JCM 12772^{T}16S rRNA 同源性为 99.2%，但该菌株与 *H. dabanensis* JCM 12772^T DNA-DNA 杂交关联度为 29%。16S rRNA 基因序列如下。

1	caggacgaac	gctggcggcg	tgcctaatac	atgcaagtcg	agcgcgggaa	gcgagcggat
61	ccccttcggg	ggtgaagctc	gtggaacgag	cggcggacgg	gtgagtaaca	cgtgggcaac
121	ctgcctgtaa	gaccggaata	accccgggaa	accggggcta	atgccgggta	atactcttct
181	ccgcatggag	gagagttgaa	agatggcttc	tagctatcac	ttacagatgg	gcccgcggcg
241	cattagctag	ttggtgaggt	aacggctcac	caaggcgacg	atgcgtagcc	gacctgagag
301	ggtgatcggc	cacactggga	ctgagacacg	gcccanactc	ctacgggagg	cagcagtagg
361	gaatcttccg	caatggacga	aagtctgacg	gagcaacgcc	gcgtgaacga	tgaaggtctt

421	cggatcgtaa	agttctgttg	ttagggaaga	acaagtaccg	tgcgaataga	gcggtacctt
481	gacggtacct	aacgaggaag	ccccggctaa	ctacgtgcca	gcagccgcgg	taatacgtag
541	ggggcaagcg	ttgtccggaa	ttattgggcg	taaagcgcgc	gcaggcggtt	tcttaagtct
601	gatgtgaaag	cccacggctc	aaccgtggag	ggtcattgga	aactggggaa	cttgaggaca
661	gaagaggaga	gtggaattcc	acgtgtagcg	gtgaaatgcg	tagatatgtg	gaggaacacc
721	agtggcgaag	gcgactctct	ggtctgtctc	tgacgctgag	gtgcgaaagc	gtgggtagca
781	aacaggatta	gataccctgg	tagtccacgc	cgtaaacgat	gagtgctagg	tgttaggggg
841	cttccacccc	ttagtgctga	agttaacgca	ttaagcactc	cgcctgggga	gtacggccgc
901	aaggctgaaa	ctcaaaggaa	ttgacggggg	cccgcacaag	cggtggagca	tgtggtttaa
961	ttcgaagcaa	cgcgaagaac	cttaccaggt	cttgacatcc	ttggacctcc	ctagagatag
1021	ggatttccct	tcggggacca	agtgacaggt	ggtgcatggt	tgtcgtcagc	tcgtgtcgtg
1081	agatgttggg	ttaagtcccg	caacgagcgc	aacccctaat	cttagttgcc	agcattcagt
1141	tgggcactct	aaggtgactg	ccggtgacaa	accggaggaa	ggcggggatg	acgtcaaatc
1201	atcatgcccc	ttatacctgg	gctacacacg	tgctacaatg	gatggtacaa	agggcagcga
1261	agccgcaagg	tgtagcaaat	cccataaaac	cattctcagt	tcggattgca	ggctgcaact
1321	cgcctgcatg	aagccggaat	cgctagtaat	cgcggatcag	catgccgcgg	tgaatacgtt
1381	cccgggcctt	gtacacaccg	cccgtcacac	cacgagagtt	ggcaacaccc	gaagtcggtg
1441	aggtaaccat	tggagccagc				

340. *Halobacillus naozhouensis*（瑙洲喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-13。*Halobacillus naozhouensis* Chen et al.，2009，sp. nov.（瑙洲喜盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JSM 071068 = DSM 21183 = KCTC 13234。**★16S rRNA 基因序列号：**EU925615。**★种名释意：***naozhouensis* 意为模式菌株分离自我国雷州湾瑙洲岛，故其中文名称为瑙洲喜盐芽胞杆菌（N.L. fem. adj. *naozhouensis*，of or belonging to Naozhou Island from which the sample was collected）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JSM 071068^T 是从我国南海雷州湾硇洲岛的黄海葵（*Anthopleura xanthogrammica*）中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状 [（0.5～0.8）μm ×（1.5～2.5）μm]、单个或成对或短链状、借助周生鞭毛运动、中度嗜盐、革兰氏阳性、好氧、芽胞椭圆形、亚末端生、胞囊膨大。MA 培养基 25℃培养 3～5 d 后菌落直径大小为 1～1.5 mm，奶油色、稍凸起、边缘不规则。**★生理特性：**生长温度为 10～35℃（最适度为 25℃）；pH 为 6.0～10.0（最适为 7.5）；NaCl 浓度是 1%～20%（w/v）（最适为 6%～9%）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。甲基红、V-P 反应、产 H_2S 和吲哚、硝酸盐还原、苯丙氨酸脱氨酶、赖氨酸脱羧酶、精氨酸脱羧酶、脲酶为阴性。能水解七叶苷、明胶、次黄嘌呤、淀粉、吐温 60，不能水解酪蛋白、纤维素、DNA、吐温（20、40 和 80）、酪氨酸和黄嘌呤。能利用 L-阿拉伯糖、D-葡萄糖、海藻糖产酸。但不能利用下列物质产酸：核糖醇、D-阿拉伯醇、纤维二糖、半乳糖醇、D-果糖、D-半乳糖、甘油、肌醇、D-乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、蜜三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-苦杏仁苷、D-山梨醇、蔗糖和 D-木糖。能利用以下物质作为唯一碳源或氮源和能源：葡聚糖、D-葡萄糖、麦芽糖、蔗糖和 L-天冬酰胺。不能利用以下物质：L-阿拉伯糖、D-纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-乳糖、D-甘露糖、蜜三糖、蜜二糖、棉籽糖、

L-鼠李糖、D-核糖、D-苦杏仁苷、海藻糖、D-木糖、核糖醇、D-阿拉伯醇、甘油、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、乙酸盐、丁酸盐、柠檬酸盐、葡萄酸盐、丙酸盐、琥珀酸盐、L-丙氨酸、L-精氨酸、L-谷氨酸、甘氨酸、L-组氨酸、羟基脯氨酸、L-亮氨酸、L-异亮氨酸、L-甲硫氨酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸和 L-缬氨酸。**★化学特性：**细胞壁的肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.8 mol%。该菌株与 *Halobacillus* 已知种类的 16S rRNA 同源性为 95.3%～97.9%，与 *H. alkaliphilus*、*H. campisalis*、*H. halophilus* 和 *H. seohaensis* 的 DNA-DNA 杂交关联度为 25.6%、22.1%、10.8% 和 13.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tggactgggc ggcgtgctat acatgcagtc gagcgcagga agcaggcaga tccccttcgg
61    gggtgatgcc tgtggaatga gcggcggacg ggtgagtaac acgtgggcaa cctgcctgta
121   agatcggaat aactccggga aaccggggct aatgccgggt aatcttttcc ctcgcatgag
181   ggagaagtaa aagatggcct ttggctatca cttacagatg ggcccgcggc gcattagcta
241   gttggtgagg taatagctca ccaaggcgac gatgcgtagc cgacctgaga gggtgatcgg
301   ccacactggg actgagacac ggcccagact cctacgggag gcagcagtag ggaatcttcc
361   gcaatggacg aaagtctgac ggagcaacgc cgcgtgaacg atgaaggtct tcggatcgta
421   aagttctgtt gttagggaag aacaagtacc gtgcgaatag agcggtacct tgacggtacc
481   taacgaggaa gccccggcta actacgtgcc agcagccgcg gtaatacgta gggggcaagc
541   gttgtccgga attattgggc gtaaagcgcg cgcaggcggt ttcttaagtc tgatgtgaaa
601   gcccacggct caaccgtgga gggtcattgg aaactgggga acttgaggac agaagaggag
661   agtggaattc cacgtgtagc ggtgaaatgc gtagatatgt ggaggaacac cagtggcgaa
721   ggcgactctc tggtctgttt ctgacgctga ggtgcgaaag cgtgggtagc aaacaggatt
781   agataccctg gtagtccacg ccgtaaacga tgagtgctag gtgttagggg gcttccaccc
841   cttagtgctg aagttaacgc attaagcact ccgcctgggg agtacggccg caaggctgaa
901   actcaaagga attgacgggg gcccgcacaa gcggtggagc atgtggttta attcgaagca
961   acgcgaagaa ccttaccagg tcttgacatc cttggaccac cctagagata gggttttccc
1021  ttcggggacc aagtgacagg tggtgcatgg ttgtcgtcag ctcgtgtcgt gagatgttgg
1081  gttaagtccc gcaacgagcg caacccctaa tcttagttgc cagcattcag ttgggcactc
1141  taaggtgact gccggtgaca aaccggagga aggcggggat gacgtcaaat catcatgccc
1201  cttatgacct gggctacaca cgtgctacaa tggatggtac aaagggcagc gaagccgcaa
1261  ggtgtagcaa atcccataaa accattctca gttcggattg caggctgcaa ctcgcctgca
1321  tgaagccgga atcgctagta atcgcggatc agcatgccgc ggtgaatacg ttcccgggcc
1381  ttgtacacac cgcccgtcac accacgagag ttggcaacac ccgaagtcgg tgaggtaaca
1441  cattatgtga gccagccgcc gaaggtgggg ccaatgattg ggtgaagtc gaacaagagc
1501  ctcacg
```

341. *Halobacillus profundi*（深海喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-14。*Halobacillus profundi* Hua et al.，2007，sp. nov.（深海喜盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**IS-Hb4 = DSM 18394 = JCM 14154。**★16S rRNA 基因序列号：**AB189298。**★种名释意：***profundi* 为深海之意，故其中文名称为深海喜盐芽胞杆菌（L. gen. n. *profundi*，of the depths of the sea，of the deep-sea）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 IS-Hb4^T^是从日本甲烷冷泉深海碳酸盐岩中分离出来的。★形态特征：细胞杆状［（0.5～1.0）μm×（1.0～2.9）μm］、革兰氏阳性、中度嗜盐、单生或成对或链状生长，形成芽胞、球形或椭圆形、中生。培养 3 d 后形成的菌落直径为 1.5～2.5 mm、圆形、凸起、全缘、浅黄色。★生理特性：生长温度是 9～47℃，最适生长温度是 25℃；生长的 NaCl 浓度是 0.5%～30%，最适生长 NaCl 浓度是 10%；生长的 pH 是 5.5～10.0，最适生长 pH 是 7.5～8.0。厌氧条件下生长较弱。★生化特性：硝酸盐还原可变。过氧化氢酶和氧化酶为阳性。苯丙氨酸脱氨酶和脲酶为阴性。能水解吐温 20、吐温 40 和吐温 80、淀粉、酪蛋白和七叶苷，不能水解明胶、糊精、α-环糊精和糖原。利用下列碳源产酸：D-果糖、麦芽糖、D-葡萄糖、D-木糖、D-甘露糖、麦芽糖、甘露糖、鼠李糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖、甘露醇、山梨醇和 N-乙酰-D-葡萄糖胺。但不能利用下列碳源产酸：D-己酮糖、纤维二糖、D-半乳糖、蜜二糖或肌醇。利用下列化合物作为唯一碳源：N-乙酰-D-葡萄糖胺、赤藓糖醇、α-D-乳糖、D-甘露醇、丙酮酸甲酯、α-环糊精、α-酮戊二酸、吐温 40 和吐温 80、α-氧代丁酸、α-酮基-缬草酸、D-葡糖二酸、癸二酸、甘氨酰 L-谷氨酸、L-天冬氨酸和 D-丝氨酸。★化学特性：细胞壁肽聚糖类型为 L-Orn-D-Asp。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 $C_{16:0}$、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol、$C_{18:1\omega7c}$ 和 $C_{19:0cyc}$。★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 43.3 mol%。16S rRNA 序列比对结果表明，该菌株与喜盐芽胞杆菌属的 *H. halophilus* NCIMB 9251^T^、*H. trueperi* DSM 10404^T^、*H. litoralis* SL-4^T^、*H. karajensis* DSM 14948^T^、*H. salinus* HSL-3^T^、*H. locisalis* SL-4^T^、*H. yeomjeoni* MSS-402^T^、*H. aidingensis* AD-6^T^和 *H. dabanensis* D-8^T^的同源性分别为 97.3%、98.9%、98.8%、99.2%、97.8%、98.3%、98.2%、98.0%和 99.4%，DNA-DNA 杂交关联度分别为 12.2%、33.0%、24.6%、10.4%、25.4%、8.5%、1.0%、17.1%和 6.0%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cagagtttga  tcctggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61    cgcgggaagc  gagtggatcc  cttcggggtg  aagctcgtgg  aacgagcggc  ggacgggtga
121   gtaacacgtg  ggcaacctgc  ctgtaagacc  ggaataaccc  cgggaaaccg  gggctaatgc
181   cgggtaatac  ttttcttcgc  atgaaggaaa  gttgaaagat  ggcttctcgc  tatcacttac
241   agatgggccc  gcggcgcatt  agctagttgg  tgaggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc
301   gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac
361   gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat  ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt
421   gaacgatgaa  ggtcttcgga  tcgtaaagtt  ctgttgttag  ggaagaacaa  gtaccgtgcg
481   aatagagcgg  taccttgacg  gtacctaacg  aggaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag
541   ccgcggtaat  acgtaggggg  caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag
601   gcggttcctt  aagtctgatg  tgaaagccca  cggctcaacc  gtggagggtc  attggaaact
661   ggggaacttg  aggacagaag  aggagagtgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga
721   tatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaggcga  ctctctggtc  tgtttctgac  gctgaggtgc
781   gaaagcgtgg  gtagcaaaca  ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgagt
841   gctaggtgtt  agggggcttc  cacccettag  tgctgaagtt  aacgcattaa  gcactccgcc
901   tggggagtac  ggccgcaagg  ctgaaactca  aaggaattga  cgggggcccg  cacaagcggt
961   ggagcatgtg  gtttaattcg  aagcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg  acatccttgg
1021  acctccctag  agatagggat  ttccctttgg  ggaccaagtg  acaggtggtg  catggttgtt
1081  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cctaatttta
1141  gttgccagca  ttcagttggg  cactttaagg  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggcg
```

1201 gggatgacgt caaatcatca tgccccttat gacctgggct acacacgtgc tacaatggat
1261 ggtacaaagg gcagcgaagc cgcgaggtgt agcaaatccc ataaaaccat tctcagttcg
1321 gattgcaggc tgcaactcgc ctgcatgaag ccggaatcgc tagtaatcgc ggatcagcat
1381 gccgcggtga atacgttccc gggccttgta cacaccgccc gtcacaccac gagagttggc
1441 aacacccgaa gtcggtgagg taacctttta ggagccagcc gccgaaggtg ggccaatga
1501 ttggggtgaa gtcgtaacaa ggtagccgta tcggaaggtg cggctgga

342. *Halobacillus salinus*（盐渍喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-15。*Halobacillus salinus* Yoon et al.，2003，sp. nov.（盐渍喜盐芽胞杆菌）。★**模式菌株：**HSL-3 = JCM 11546 = KCCM 41590。★**16S rRNA 基因序列号：**AF500003。★**种名释意：***salinus* 为盐渍之意，故其中文名称为盐渍喜盐芽胞杆菌（L. masc. adj. *salinus*，salted，salty）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 HSL-3^T 是从韩国东海岸盐湖附近分离得到的。★**形态特征：**细胞杆状［（0.7～1.1）μm×（1.5～4.0）μm］、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、次端生、胞囊膨大。MA 培养基上培养 3 d 后形成的菌落直径约 2～3 mm，呈圆形、稍不规则、光滑、微凸、浅橙黄色。★**生理特性：**生长温度是 10～45℃，最适生长温度是 30～37℃；最适生长 pH 为 7，pH 为 4.5 时菌株不生长；生长的 NaCl 浓度是 2%～10%，无 NaCl 时生长很差，23% NaCl 浓度能生长，但 24% NaCl 浓度不能生长。厌氧条件不生长。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性，脲酶为阴性。能水解七叶苷、酪蛋白、明胶和吐温 80，不能水解次黄嘌呤、酪氨酸、淀粉和黄嘌呤。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。利用下列碳源产酸：D-纤维二糖、D-果糖、D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、蔗糖、D-海藻糖、D-半乳糖（弱）、D-松三糖（弱）和蜜二糖（弱）。但不能利用下列碳源产酸：核糖醇、L-阿拉伯糖、乳糖、肌醇、D-棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-山梨醇、水苏糖或 D-木糖。★**化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 L-Orn-D-Asp。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45 mol%。根据 16S rRNA 系统发育树分析，该菌株在 *Halobacillus* 群中形成了一个明显的分支，与 *Halobacillus* 最接近，同源性达 97.4%～98.4%，DNA-DNA 杂交关联度为 7.3%～9.2%。16S rRNA 基因序列如下。

1 gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc gcaggaagcg agttgatccc
61 cttcgggggt gacgctcgtg gaatgagcgg cggacgggtg agtaacacgt gggcaacctg
121 cctgtaagat cggaataact ccgggaaacc ggagctaatg ccgggtaaca tgttccttcg
181 catgaaggaa cattaaaaga tggcttctcg ctatcactta cagatgggcc cgcggcgcat
241 tagctagttg gtgaggtaac ggctcaccaa ggcaacgatg cgtagccgac ctgagagggt
301 gatcggccac actgggactg agacacggcc cagactccta cgggaggcag cagtagggaa
361 tcttccgcaa tggacgaaag tctgacggag caacgccgcg tgaacgatga aggtcttcgg
421 atcgtaaagt tctgttgtta gggaagaaca agtaccgtgc gaatagaacg gtaccttgac
481 ggtacctaac gaggaagccc cggctaacta cgtgccagca gccgcggtaa tacgtagggg
541 gcaagcgttg tccggaatta ttgggcgtaa agcgcgcgca ggcggttcct taagtctgat
601 gtgaaaggcc acggctcaac cgtggagggc cattggaaac tggggaactt gaggacagaa
661 gaggagagtg gaattccacg tgtagcggtg aaatgcgtag atatgtggag gaacaccagt

721	ggcgaaggcg	actctctggt	ctgtttctga	cgctgaggtg	cgaaagcgtg	ggtagcaaac
781	aggattagat	accctggtag	tccacgccgt	aaacgatgag	tgctaggtgt	tagggggctt
841	ccacccctta	gtgctgaagt	taacgcatta	agcactccgc	ctggggagta	cggccgcaag
901	gctgaaactc	aaaggaattg	acgggggccc	gcacaagcgg	tggagcatgt	ggtttaattc
961	gaagcaacgc	gaagaacctt	accaggtctt	gacatctttg	gaccacccta	gagatagggt
1021	cttcccttcg	gggaccaaat	gacaggtggt	gcatggttgt	cgtcagctcg	tgtcgtgaga
1081	tgttgggtta	agtcccgcaa	cgagcgcaac	ccctaatctt	agttgccagc	atttagttgg
1141	gcactctaag	gtgactgccg	gtgacaaacc	ggaggaaggc	ggggatgacg	tcaaatcatc
1201	atgcccctta	tgacctgggc	tacacacgtg	ctacaatgga	tggaacaaag	ggcagcgaag
1261	ccgcgaggtg	tagcaaatcc	cataaaacca	ttctcagttc	ggattgcagg	ctgcaactcg
1321	cctgcatgaa	gccggaatcg	ctagtaatcg	cggatcagca	tgccgcggtg	aatacgttcc
1381	cgggccttgt	acacaccgcc	cgtcacacca	cgagagttgg	caacacccga	agtcggtgag
1441	gtaacctttt	tggagccagc	cgccgaaggt	ggggccaatg	attggggtga	agtcgtaaca
1501	aggtagccgt	atcggaaggt	gc			

343. *Halobacillus salsuginis*（盐水喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-16。*Halobacillus salsuginis* Chen et al.，2009，sp. nov.（盐水喜盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JSM 078133 = DSM 21185 = KCTC 13236。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ456889。**★种名释意：***salsuginis* 为盐水之意，故其中文名称为盐水喜盐芽胞杆菌（L. n. *salsugo -inis*，salt-water，brine；L. gen. n. *salsuginis*，of/from brine）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JSM 078133^T 是从我国湖南省地下水中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.9）μm ×（1.5～3.0）μm］、革兰氏阳性、中度嗜盐、好氧、单生或成对或短链状生长、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、次端生、胞囊膨大。MA5 培养基上 30℃培养 3～5 d 后形成的菌落直径为 1～2 mm、奶油色、半透明、边缘圆形或稍不规则、低凸。**★生理特性：**生长的盐浓度、pH 和温度分别是 1%～23%、6.0～10.0 和 10～45℃；最适生长盐浓度、pH 和温度分别是 5%～10%、7.5 及 30℃，生长时 Na^+和 Mg^{2+}是必需的。对下列化合物敏感：氨苄西林（30 μg）、羧苄西林（30 μg）、氯霉素（30 μg）、庆大霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、林可霉素（2 μg）、利福平（5 μg）和链霉素（10 μg）；耐萘啶酸（20 μg）、呋喃妥因（30 μg）、新生霉素（30 μg）、多黏菌素 B（30 μg）、四环素（30 μg）或妥布霉素（10 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。苯丙氨酸脱氨酶为阳性。不产 H_2S 和吲哚，甲基红和 V-P 反应为阴性。赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和脲酶为阴性。能水解 DNA、七叶苷、明胶、淀粉和吐温 40，不能水解酪蛋白、次黄嘌呤、纤维素、吐温 20、吐温 60 和吐温 80、酪氨酸和黄嘌呤。利用下列碳源产酸：D-阿糖醇、D-葡萄糖、麦芽糖、蔗糖和海藻糖。但不能利用下列碳源产酸：核糖醇、L-阿拉伯糖、纤维二糖、半乳糖醇、D-果糖、D-半乳糖、甘油、肌醇、D-乳糖、D-甘露醇、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-水杨苷、D-山梨醇或 D-木糖。能利用下列化合物作为唯一碳源、氮源和能源：L-阿拉伯糖、糊精、D-果糖、D-葡萄糖、棉籽糖、麦芽糖、蔗糖、核糖醇、D-山梨醇、L-丙氨酸、L-天冬酰胺和 L-丝氨酸。不能利用下列化合物作为唯一碳源、氮源和能源：纤维二糖、D-半乳糖、D-乳糖、D-甘露糖、松三糖、蜜

二糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-水杨苷、海藻糖、D-木糖、D-阿糖醇、甘油、肌醇、D-甘露醇、乙酸盐、丁酸盐、柠檬酸盐、葡萄糖酸盐、丙酸盐、琥珀酸盐、L-精氨酸、L-谷氨酸、D-甘氨酸、L-组氨酸、羟基-L-脯氨酸、L-异亮氨酸、L-亮氨酸、L-甲硫氨酸、L-脯氨酸和 L-缬氨酸。下列酶活性为阳性：碱性磷酸酯酶、酯酶（C4）和酯酶（C8）。但下列酶活性为阴性：酸性磷酸酶、α-胰凝乳蛋白酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、α-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸苷酶、亮氨酸芳基酰胺酶、酯酶（C14）、α-甘露糖苷酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、胰蛋白酶或缬氨酸芳基酰胺酶。★**化学特性：**细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 42.2 mol%。该菌株与 *H. campisalis*、*H. alkaliphilus* 和 *H. yeomjeoni* 的 16S rRNA 基因序列同源性为 97.1%、97.0% 和 96.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       tcacaatttt  ccgcgtgcct  tattcatgca  agtcgagcgc  aggaaaccag  ctgatcccct
61      tcggggggtga  cgctggtgga  atgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctgcc
121     tgtaagaccg  gaataacccc  gggaaaccgg  ggctaatgcc  gggtaacacc  ttctctcgca
181     tgaggggagg  ttgaaagatg  gcttctcgct  atcgcttaca  gatgggcccg  cggcgcatta
241     gctagttggt  gaggtaacag  ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga
301     tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc
361     ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  aacgatgaaa  ggtcttcgga
421     tcgtaaagtt  ctgttgttag  ggaagaacaa  gtgccgtgcg  aatagagcgg  caccttgacg
481     gtacctaacg  aggaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg
541     caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggttcctt  aagtctgatg
601     tgaaagccca  cggctcaacc  gtggagggtc  attggaaact  ggggaacttg  aggacagaag
661     aggagagtgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  tatgtggagg  aacaccagtg
721     gcgaaggcga  ctctcttggt  ctgtttctga  cgctgaggtg  cgaaagcgtg  ggtagcaaac
781     aggatttaga  taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaggtg  ttagggggc
841     ttcccacccc  ttagtgctga  agtttaacgc  atttaagcac  ctccgcctgg  rgaagtaacg
901     ggccgcaagg  cctgaaatct  tcaaagggaa  tttgacgggg  ggccccgcat  caaagcgggt
961     gragcatggt  ggtttwattc  gaaagcwacg  ctgaagaacc  ctttatccar  gttctttkac
1021    atcccttggg  cccgyccttg  gagaacaggr  ttttycctgt  cggggaacca  agtgaccagg
1081    gwggttgcat  ggwtgtccgt  tcagcctcgc  kgtcgyraga  tgttgggtta  agtcccgcaa
1141    cgagcgcaac  ccctaatctt  agttgccagc  attcagttgg  gcactctaag  gtgactgccg
1201    gtgacaaacc  ggaggaaggc  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta  tgacctgggc
1261    tacacacgtg  ctacaatgga  tggtacaaag  ggcagcgaag  ccgcgaggtg  tagcaaatcc
1321    cataaaacca  ttctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg  cctgcatgaa  gccggaatcg
1381    ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc  cgggccttgt  acacaccgcc
1441    cgtcacacca  cgagagttgg  caacacccga  agtcggtgag  gtaaccttta  tggagccagc
1501    cgccgaaggt  ggggccaatg  attggggtga  agtcgtaaca  a
```

344. *Halobacillus seohaensis*（黄海喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-17。*Halobacillus seohaensis* Yoon et al.，2008，sp. nov.（黄海喜盐

芽胞杆菌）。★**模式菌株：**ISL-50 = CCUG 54358 = KCTC 13145。★**16S rRNA 基因序列号：**EF612763。★**种名释意：***seohaensis* 意为模式菌株分离自韩国黄海，故其中文名称为黄海喜盐芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *seohaensis*，of Seohae，the Korean name for the Yellow Sea in Korea，from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ISL-50^T 是从韩国海洋晒盐田中分离得到的。★**形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.9）μm ×（1.0～4.0）μm］、革兰氏阳性、以单极鞭毛运动、添加 6% NaCl 的 MA 培养基上 37℃培养 7 d 后形成的菌落直径为 1.5～2.0 mm、圆形、凸起、光滑、发光、黄白色。★**生理特性：**生长温度是 4～38℃，最适生长温度是 37℃，39℃时不能生长。最适生长的 pH 是 7.0～8.0，pH 为 6 时能生长，但 pH 为 5.5 时不能生长。生长的 NaCl 浓度是 1%～21%，最适生长的 NaCl 浓度是 8%。对下列化合物敏感：氨苄西林、羧苄西林、头孢菌素、氯霉素、庆大霉素、卡那霉素、林可霉素、新生霉素、竹桃霉素、青霉素 G 和四环素；耐新霉素、多黏菌素 B 或链霉素。★**生化特性：**能水解吐温 20、吐温 40 和吐温 60、次黄嘌呤和黄嘌呤。API ZYM 结果显示，下列酶活性为阳性：酯酶（C4）、酯酶（C8）和酸磷酸酶；但下列酶活性为阴性：酯酶碱性磷酸酯酶、脂肪酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、亮氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、萘酚 AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸苷酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。能利用 L-苹果酸，不能利用 L-阿拉伯糖、D-纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露糖、蔗糖、海藻糖、D-木糖、乙酸盐、柠檬酸盐、琥珀酸盐、苯甲酸盐、丙酮酸盐、水杨苷、甲酸盐和 L-谷氨酸。利用下列碳源产酸：D-纤维二糖、D-核糖和 D-山梨醇；利用 L-阿拉伯糖、乳糖、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖和肌醇。★**化学特性：**细胞壁肽聚糖包含的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 39.3 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，该菌株与喜盐芽胞杆菌属亲缘关系最近，同源性达 95.3%～98.2%，与 *H. campisalis* ASL-17^T、*H. halophilus* KCTC 3685^T、*H. litoralis* KCTC 3687^T、*H. trueperi* KCTC 3686^T、*H. karajensis* DSM14948^T、*H. salinus* HSL-3^T、*H. locisalis* MSS-155^T、*H. yeomjeoni* MSS-402^T、*H. aidingensis* JCM 12771^T、*H. dabanensis* JCM 12772^T、*H. profundi* DSM 18394^T、*H. kuroshimensis* DSM 18393^{T}和 *H. faecis* KCTC 13121^{T}的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 19%、22%、13%、15%、9%、17%、15%、20%、11%、18%、14%、9%和 20%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1    gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc gcaggaagca agtggattcc
61   cttcggggat gaaacttgtg gaatgagcgg cggacgggtg agtaacacgt gggcaaccta
121  cctgtaagat cggaataacc ccgggaaacc ggggctaatg ccgggtaaca ctttctctcg
181  catgaggggа agttaaaaga tggcttcttg ctatcactta cagatgggcc cgcggcgcat
241  tagctagttg gtggggtaat agctcaccaa ggcaacgatg cgtagccgac ctgagagggt
301  gatcggccac actgggactg agacacggcc cagactccta cgggaggcag cagtagggaa
361  tcttccgcaa tggacgaaag tctgacggag caacgccgcg tgaacgatga aggtcttcgg
421  atcgtaaagt tctgttgtta gggaagaaca agtnccgtgc gaatagaacg gnaccttgac
```

```
481   ggtacttaac  gaggaagccc  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtagggg
541   gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggttctt  taagtctgat
601   gtgaaatccc  acggctcaac  cgtggaggtg  cattggaaac  tggggaactt  gaggacagaa
661   gaggagagtg  gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  atatgtggag  gaacaccagt
721   ggcgaaggcg  actctctggt  ctgtctctga  cgctgaggtg  cgaaagcgtg  ggtagcaaac
781   aggattagat  accctggtag  tccacgctgt  aaacgatgag  tgctaggtgt  tagggggctt
841   ccacccctta  gtgctgaagt  taacgcatta  agcactccgc  ctggggagta  cggccgcaag
901   gctgaaactc  aaaggaattg  acgggggccc  gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc
961   gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt  gacatccttg  gaccacccta  gagatagggt
1021  tttcccttcg  gggaccaagt  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga
1081  tgttgggtta  agtcccgcaa  cgagcgcaac  ccctaatctt  agttgccagc  atttagttgg
1141  gcactctaag  gtgactgccg  gtgataaacc  ggaggaaggc  ggggatgacg  tcaaatcatc
1201  atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatgga  tggtacaaag  ggtggcgaag
1261  ccgcgaggtg  tagcaaatcc  cataaaacca  ttctcagttc  ggattgtagg  ctgcaactcg
1321  cctacatgaa  gccggaatcg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc
1381  cgggccttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttgg  caacacccga  agtcggtgag
1441  gtaaccttta  tggagccagc  cgccgaaggt  ggggccaatg  attggggtga  agtcgtaaca
1501  aggtagccgt  atcggaaggt  gc
```

345. *Halobacillus thailandensis*（泰国喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-18。*Halobacillus thailandensis* Chaiyanan et al.，1999，sp. nov.（泰国喜盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Isolate fs-1。**★种名释意：***thailandensis* 为泰国之意，故其中文名称为泰国喜盐芽胞杆菌（thai.lan.den'sis. M. L. adj. *Thailandensis*，pertaining to Thailand）。

【种类描述】★菌株来源：菌株是从含有 25% NaCl 的鱼酱生产线上分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～1.2）μm ×（1.5～4.5）μm］、以周生鞭毛运动、单生、成对或短链状、偶尔长链约 20 μm，形成芽胞、椭圆形、有时圆形、芽胞直径为 0.7～1.5 μm、中生或次端生。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～42℃、6.0～9.0 和 0.5%～30%；最适的生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 35℃、7.0 和 10%。**★生化特性：**利用 D-果糖、D-葡萄糖、麦芽糖、甘露糖和 D-海藻糖产酸，利用 D-半乳糖和蔗糖不产酸。能水解七叶苷、明胶、酪蛋白和淀粉，不能水解吐温 80。产磷酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 41 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株与 *H. litoralis* 和 *H. halophilus* 的同源性分别为 99.2%和 97.2%。

346. *Halobacillus trueperi*（楚氏喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-19。*Halobacillus trueperi* Spring et al.，1996，sp. nov.（楚氏喜盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SL-5 = ATCC 700077 = CIP 104797 = DSM 10404 = LMG 17437。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ310149。**★种名释意：***trueperi* 意为 Trueper，旨在纪念德国微生物学家 Hans G. Trüper，故其中文名称为楚氏喜盐芽胞杆菌（N.L. gen. n. *trueperi*，of Trueper，in honor of Hans G. Trüper，a German microbiologist）。

【种类描述】★**菌株来源**：菌株 SL-5^T 是从犹他州的大盐湖附近的高盐度沉积物中分离得到的。★**形态特征**：细胞杆状［（0.7～1.4）μm ×（2.0～4.5）μm］单个、成对或短链。有时细胞长 20 μm。借助鞭毛运动，芽胞为椭圆形或球形，直径为 0.7～1.5 μm，位于中间或亚末端。★**生理特性**：可以在 0.5%～30% NaCl 浓度下生长、最适浓度为 10%，生长温度为 10～44℃、最适为 35℃，pH 为 6.0～9.5、最适 pH 为 7.5。★**生化特性**：能利用果糖、半乳糖、麦芽糖、蔗糖、D-葡萄糖、D-海藻糖产酸，但不能利用 D-木糖和 D-甘露醇产酸。能水解明胶和支链淀粉，不能水解酪蛋白、淀粉、吐温 80，色氨酸反应为阴性。不能产生磷酸酶。★**化学特性**：肽聚糖为 Orn-D-Asp 型。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 43 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagcg
61    agtggctccc  ttcggggtga  agctcgtgga  acgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg
121   gcaacctgcc  tgtaagatcg  gaataacccc  gggaaaccgg  ggctaatgcc  gggtaatact
181   ttctttcgca  tgaaggaaag  ttgaaagatg  gcttctagct  atcacttaca  gatgggcccg
241   cggcgcatta  gctagttggt  gaggtaacgg  ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct
301   gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca
361   gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  aacgatgaag
421   gtcttcggat  cgtaaagttc  tgttgttagg  gaagaacaag  taccgtgcga  atagagcggt
481   accttgacgg  tacctaacga  ggaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata
541   cgtagggggc  aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggttcctta
601   agtctgatgt  gaaagcccac  ggctcaaccg  tggagggtca  ttggaaactg  gggaacttga
661   ggacagaaga  ggagagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagat  atgtggagga
721   acaccagtgg  cgaaggcgac  tctctggtct  gtttctgacg  ctgaggtgcg  aaagcgtggg
781   tagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaggtgtta
841   gggggcttcc  accccttagt  gctgaagtta  acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg
901   gccgcaaggc  tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg
961   tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catccttgga  catccctaga
1021  gatagggctt  tcccttcggg  gaccaagtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg
1081  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ctaatcttag  ttgccagcat
1141  tcagttgggc  actctaaggt  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggcgg  ggatgacgtc
1201  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatggatg  gtacaaaggg
1261  cagcgaagcc  gcgaggtgta  gcaaatccca  taaaaccatt  ctcagttcgg  attgcaggct
1321  gcaactcgcc  tgcatgaagc  cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa
1381  tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagttggca  acacccgaag
1441  tcggtgaggt  aaccttttg   gagccagccg  ccgaaggtgg  ggccaatgat  tggggtgaag
1501  tcgtaacaag  gtagccgtat  cggaaggtgc  ggctgg
```

347. *Halobacillus yeomjeoni*（日光盐场喜盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-22-20。*Halobacillus yeomjeoni* Yoon et al.，2005，sp. nov.（日光盐场喜盐芽胞杆菌）。★**模式菌株**：MSS-402 = DSM 17110 = KCTC 3957。★**16S rRNA 基因序列号**：AY881246。★**种名释意**：*yeomjeoni* 为韩语的日光盐场之意，故其中文名称为日光盐场喜盐芽胞杆菌（N.L. gen. n. *yeomjeoni*，of yeomjeon，the Korean name for a marine

solar saltern）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MSS-402^{T} 是从韩国海洋晒盐田中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.6）μm ×（2.0～10.0）μm］、革兰氏阳性，形成芽胞、椭圆形、中生或次端生、胞囊膨大。添加有 3% NaCl 的 MA 培养基上 30～37℃培养 2 d 后形成的菌落直径为 1～2 mm、呈圆形、微凸、发光、浅黄色，Na^{+}和 Mg^{2+}是生长所必需的。**★生理特性：**生长温度是 15～48℃，10℃或 49℃时不生长，最适生长温度是 37℃；最适生长的 pH 是 7.0～8.0，pH 为 6 时能生长，pH 为 5.5 时不生长；最适生长的 NaCl 浓度是 3%～5%，0.5%和 21% NaCl 时菌株能生长，但无 NaCl 或 NaCl 浓度大于 22%时，菌株不生长。**★生化特性：**能水解吐温 20、吐温 40 和吐温 60，不能水解次黄嘌呤和黄嘌呤。V-P 反应为阴性，不产吲哚和 H_2S。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶和鸟氨酸脱羧酶为阴性。API ZYM 结果表明，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、萘酚 AS-BI-磷酸水解酶和 β-半乳糖苷酶为阳性，但酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、亮氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。能利用 D-纤维二糖、D-核糖和 D-甘露糖产酸；但不能利用下列碳源产酸：L-阿拉伯糖、乳糖、D-松三糖、蜜二糖、D-棉籽糖、L-鼠李糖、肌醇或 D-山梨醇。★化学特性：细胞壁肽聚糖类型为 L-Orn-D-Asp。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。★分子特性：DNA 的 G+C 含量是 42.9 mol%。该菌株与 *Halobacillus* 同源性最高，与 *H. halophilus*、*H. litoralis* 和 *H. trueperi* 的 16S rRNA 同源性达 98.0%～99.2%，DNA-DNA 杂交关联度为 13%～26%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagcg  agctgatccc
61      cttcgggggt  gacgctcgtg  gaacgagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaacctg
121     cctgtaagac  cggaataacc  ccgggaaacc  ggggctaatg  ccgggtaaca  ctttctttcg
181     catgaaggag  agttgaaaga  tggcttcttg  ctatcactta  cagatgggcc  cgcggcgcat
241     tagctagttg  gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
301     gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa
361     tcttccgcaa  tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgaacgatga  aggtcttcgg
421     atcgtaaagt  tctgttgtta  gggaagaaca  agtaccgtgc  gaatagagcg  gtaccttgac
481     ggtacctaac  gaggaagccc  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtagggg
541     gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggttcct  taagtctgat
601     gtgaaagccc  acggctcaac  cgtggagggt  cattggaaac  tggggaactt  gaggacagaa
661     gaggagagtg  gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  atatgtggag  gaacaccagt
721     ggcgaaggcg  actctctggt  ctgtttctga  cgctgaggtg  cgaaagcgtg  ggtagcaaac
781     aggattagat  accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgag  tgctaggtgt  tagggggctt
841     ccacccctta  gtgctgaagt  taacgcatta  agcactccgc  ctggggagta  cggccgcaag
901     gctgaaactc  aaaggaattg  acgggggccc  gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc
961     gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt  gacatccttg  gacaacccta  gagatagggc
1021    tttcccttcg  gggaccaagt  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga
1081    tgttgggtta  agtcccgcaa  cgagcgcaac  ccctaatctt  agttgccagc  attcagttgg
1141    gcactctaag  gtgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggc  ggggatgacg  tcaaatcatc
1201    atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatgga  tggaacaaag  ggcagcgaag
```

1261	ccgcgaggtg	tagcaaatcc	cataaaacca	ttctcagttc	ggattgcagg	ctgcaactcg
1321	cctgcatgaa	gccggaatcg	ctagtaatcg	cggatcagaa	tgccgcggtg	aatacgttcc
1381	cgggccttgt	acacaccgcc	cgtcacacca	cgagagttgg	caacacccga	agtcggtgag
1441	gtaaccttta	tggagccagc	cgccgaaggt	ggggccaatg	attggggtga	agtcgtaaca
1501	aggtagccgt	atcggaaggt	gc			

二十三、盐乳芽胞杆菌属（*Halolactibacillus*）

【属特征描述】营养细胞为革兰氏阳性，不形成芽胞，杆状，可以单个、成对或成短链状形式存在，细胞细长，以周生鞭毛运动。过氧化氢酶和氧化酶为阴性。不能还原硝酸盐，不能由L-精氨酸产氨气，不能由葡萄糖产葡聚糖，DNA酶反应为阴性。淀粉水解活性微弱，但不能水解酪蛋白。无糖类时不能生长。轻度嗜盐，高度耐盐，生长的NaCl浓度为0～25.5%（w/v），最适NaCl 浓度为2%～3%（w/v）。嗜碱，生长pH为6.0～10.0，最适pH为8.0～9.5。生长温度为5%～10℃和40.0～45.0℃，最适温度为30～40℃。厌氧培养时，L-乳酸是葡萄糖的主要末端产物，产甲酸∶乙酸∶乙醇的物质的量比约为2∶1∶1，但不产气。碳水化合物和相关化合物经厌氧代谢产生乙酸、丙酮酸和乳酸。细胞壁肽聚糖为*meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为anteiso-$C_{13:0}$和$C_{16:0}$。未检测到呼吸醌和细胞色素。DNA的G+C含量为38.5 mol%～40.7 mol%。模式种为*Halolactibacillus halophilus*。**★属名释意：***Halolactibacillus*中*hals*为盐之意，*lac*为牛奶之意，*bacillus*为芽胞杆菌之意，故其中文名称为盐乳芽胞杆菌属[Gr. n. *hals halos*，salt；L. n. *lac lactis*，milk；L. masc. n. *bacillus*，stick，a small rod；N.L. masc. n. *Halolactibacillus*，salt（loving）lactic acid rodlet]。

348. *Halolactibacillus alkaliphilus*（嗜碱盐乳芽胞杆菌）

【种类编号】1-23-1。*Halolactibacillus alkaliphilus* Cao et al.，2008，sp. nov.（嗜碱盐乳芽胞杆菌）。**★模式菌株：**H-5 = CGMCC AS 1.6843 = NBRC 103919。**★16S rRNA基因序列号：**EF554593。**★种名释意：***alkaliphilus*中*alkali*为碱之意，*philus*为喜好之意，故其中文名称为嗜碱盐乳芽胞杆菌[N.L. n. *alkali*，alkali；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *alkaliphilus*，alkali loving]。

【种类描述】★菌株来源：菌株H-5^{T}是从内蒙古自治区夏日淖尔的碱性湖的沉淀中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.9）μm×（3.5～4.7）μm］、革兰氏阳性、不形成芽胞、中度嗜温、中度嗜碱、中度嗜盐、单生或成对或短链状生长、不运动。28℃培养1 d后形成的菌落直径为1～2 mm、呈黄色、圆形、凸起、全缘、半透明。**★生理特性：**生长的NaCl浓度是0.5%～30%，最适生长NaCl浓度是2.5%；生长的pH是7.5～13，最适生长pH是12；生长的温度是15～45℃，最适生长温度是28℃。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阴性。硝酸钠不能被还原。能水解淀粉和明胶，不能水解酪蛋白。能发酵下列碳源：D-核糖、D-葡萄糖、D-半乳糖、D-甘露糖、D-乳糖、麦芽糖、蔗糖、棉籽糖、D-水杨苷、海藻糖、D-葡萄糖苷、甘油、淀粉、葡萄糖酸钠、L-阿拉伯糖（弱）、D-木糖、松三糖和菊糖，但不能发酵果糖、D-甘露醇、D-鼠李糖、D-山梨醇、

肌醇和核糖。葡萄糖发酵产物为乳酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。细胞主要脂肪酸是 $C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{13:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.3 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析显示，该菌株与 *Halolactibacillus* 中 2 个亲缘关系相近种的同源性分别为 98.6%和 98%，DNA-DNA 杂交关联度分别为 19%和 5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgcctaatac atgcaagtcg agcgcaggaa actaagtaga tcccttcggg gtgatacttt
61    gtggaatgag cggcggacgg gtgagtaaca cgtgggcaac ctacctataa gactgggata
121   actcatggaa acaggagcta ataccggata accggtgcgt tcgcatgaac gcactttaaa
181   aggcggcatt tgctgtcact tatagatggg cccgcggcgc attagctagt tggtgaggta
241   atggctcacc aaggcaacga tgcgtagccg acctgagagg gtgatcggcc acactgggac
301   tgagacacgg cccagactcc tacgggaggc agcagtaggg aatcttccgc aatggacgaa
361   agtctgacgg agcaacgccg cgtgaacgat gaaggttttc ggatcgtaaa gttctgttgt
421   tagggaagaa cacgtaccgt tcgaataggg cggtatcttg acggtaccta acgagaaagc
481   cccggctaac tacgtgccag cagccgcggt aatacgtagg gggcaagcgt tgtccggaat
541   tattgggcgt aaagcgcgcg caggcggtcc tttaagtctg atgtgaaatc ttgcggctca
601   accgcaagcg gtcattggaa actgggggac ttgagtacag aagaggagag tggaattcca
661   tgtgtagcgg tgaaatgcgt agatatatgg aggaacacca gtggcgaagg cgactctctg
721   gtctgtaact gacgctgagg cgcgaaagcg tggggagcaa acaggattag ataccctggt
781   agtccacgcc gtaaacgatg agtgctaggt gttagggggt ttccgcccct tagtgctgca
841   gttaacgcat taagcactcc gcctggggag tacggccgca aggctgaaac tcaaaagaat
901   tgacggggac ccgcacaagc ggtggagcat gtggtttaat tcgaagcaac gcgaagaacc
961   ttaccaggtc ttgacatcct ctgacacccc tagagatagg gcgttccctt cggggacaga
1021  gtgacaggtg gtgcatggtt gtcgtcagct cgtgtcgtga gatgttgggt taagtcccgc
1081  aacgagcgca acccttgatt ttagttgcca gcatttagtt gggcacttta aggtgactgc
1141  cggtgacaaa ccggaggaag gtggggatga cgtcaaatca tcatgcccct tatgacctgg
1201  gctacacacg tgctacaatg gatggtacaa agggccgcaa gaccgcgagg tttagcaaat
1261  cccataaaac cattctcagt tcggattgta ggctgcaact cgcctacatg aagccggaat
1321  cgctagtaat cgtggatcag catgccacgg tgaatacgtt cccgggtctt gtacacaccg
1381  cccgtcacac cacgagagtt tgtaacaccc gaagtcggtg aggtaacctt ttggagccag
1441  ccgccgaagg tg
```

349. *Halolactibacillus halophilus*（嗜盐盐乳芽胞杆菌）

【种类编号】1-23-2。*Halolactibacillus halophilus* Hikawa et al.，2005，sp. nov.（嗜盐盐乳芽胞杆菌）。**★模式菌株：**M2-2 = DSM 17073 = IAM 15242 = JCM 21694 = NBRC 100868 = NRIC 0628。**★16S rRNA 基因序列号：**AB196783。**★种名释意：***halophilus* 中 *hals* 为盐之意，*philus* 为嗜好之意，故其中文名称为嗜盐盐乳芽胞杆菌（(ha.lo.phi'lus. Gr. n. *hals* salt；Gr. adj. *philos* loving；N.L. masc. adj. *halophilus* salt loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 M2-2^T 是从日本神奈川县三浦半岛大浦海滩的腐烂海藻中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.9）μm ×（3.6～4.5）μm］、单生或成对或短链状生长。含 2.5%氯化钠的葡萄糖酵母粉、鱼提取物琼脂培养基上 30℃培养 3 d

后形成的菌落呈淡黄色、直径为 0.8～1.0 mm。**★生理特性**：菌株生长的 NaCl 浓度是 0 到 23.5%～24.0%之间，最适生长 NaCl 浓度为 2.0～3.0%；生长的 pH 为 6.5～9.5，最适生长 pH 是 8.0～9.0；生长温度为 5～10℃至 40℃，最适生长温度是 30～37℃。**★生化特性**：利用葡萄糖发酵时，主要产物是乳酸，还有 40%～50%的葡萄糖被转化为甲酸盐、乙酸盐、乙醇。乳酸产量随发酵培养基 pH 上升而下降。嗜盐乳杆菌还能利用以下糖类和相关混合物发酵：D-核糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-半乳糖、D-甘露糖、D-纤维二糖、乳糖、麦芽糖、蜜二糖、蔗糖、D-棉籽糖、D-水杨苷、D-海藻糖、D-甘露醇、甲醇、甲基-α-D-葡萄糖苷、甘油、淀粉、葡萄糖酸钠。L-阿拉伯糖、D-阿拉伯糖、D-木糖、D-鼠李糖、D-松三糖、D-山梨醇、D-半乳糖醇、肌醇、核糖醇和菊糖不能被发酵产生。**★化学特性**：细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 $C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{13:0}$。**★分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 40.2 mol%。与亲缘关系最接近的 *Paraliobacillus*、*Amphibacillus*、*Gracilibacillus* 和 *V. marismortui* 的 16S rRNA 序列同源性分别为 94.8%～95.1%、92.9%～94.3%、93.7%～94.1%和 93.8%～94.2%，与 *Paraliobacillus*、*Amphibacillus*、*Gracilibacillus* 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 4%、5%～24%、3%～4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ggcgtgccta  anacatgcaa  gtngagcgca  ggaagctgaa  cagacccctt  cggggtgacg
61     atcagtggaa  tgagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg  caacctacct  ataagactgg
121    gataactcgt  ggaaacatgg  gctaataccg  gataaccagt  gcgttcacat  gaacacactt
181    taaaaggcgg  cttttagctg  tcacttatag  atgggcccgc  ggcgcattag  ctagttggtg
241    aggtaacggc  tcaccaaggc  cacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact
301    gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg
361    acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  acgatgaagg  ttttcggatc  gtaaagttct
421    gttgttaggg  aagaacaagt  accgttcaaa  tagggcggta  ccttgacggt  acctgacgag
481    aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc
541    ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggtctcttaa  gtctgatgtg  aaatcttgcg
601    gctcaaccgc  aagcggtcat  tggaaactgg  gggacttgag  tacagaagag  gagagtggaa
661    ttccatgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagata  tatggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact
721    ctctggtctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc
781    ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttag  ggggtttccg  ccccttagtg
841    ctgcagttaa  cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgg  ccgcaaggct  gaaactcaaa
901    agaattgacg  gggacccgca  caagcggtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa
961    gaaccttacc  aggtcttgac  atcctctgac  actcctagag  ataggacgtt  cccttcgggg
1021   acagagtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt
1081   cccgcaacga  gcgcaaccct  tgatcttagt  tgccagcatt  cagttgggca  ctctaaggtg
1141   actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga
1201   cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg  tacaaagggc  cgcaagaccg  cgaggtttag
1261   caaatcccat  aaaaccattc  tcagttcgga  ttgtaggctg  caactcgcct  acatgaagcc
1321   ggaatcgcta  gtaatcgtgg  atcagcatgc  cacggtgaat  acgttcccgg  gtcttgtaca
1381   caccgcccgt  cacaccacga  gagtttgtaa  cacccgaagt  cggtgaggta  accttttgga
1441   gccagccgcc  gaaggtggac  aaatgattgg  ggtgaagtcg  taacaaggta  g
```

350. *Halolactibacillus miurensis*（三浦半岛盐乳芽胞杆菌）

【种类编号】1-23-3。*Halolactibacillus miurensis* Ishikawa et al.，2005，sp. nov.（三浦半岛盐乳芽胞杆菌）。**★模式菌株：**M23-1 = DSM 17074 = IAM 15247 = JCM 21699 = NBRC 100873 = NRIC 0633。**★16S rRNA 基因序列号：**AB196784。**★种名释意：***miurensis* 意为模式菌株分离自日本神奈川县三浦半岛，故其中文名称为三浦半岛盐乳芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *miurensis*，pertaining to the Miura Peninsula，Japan，where the strains were isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 M23-1^T 是从日本神奈川县三浦半岛大浦海滩的腐烂海藻中分离出来的。它具有所有乳杆菌的特征。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.9）μm ×（3.6～4.5）μm］、单生或成对或短链状生长。在含有 2.5% NaCl 的葡萄糖酵母粉鱼蛋白胨琼脂培养基上 30℃培养 3 d 后形成的菌落直径为 2～4 mm、呈淡黄色、菌落表面圆形、凸起、边缘完整、透明。**★生理特性：**生长的盐浓度为 0～25.5%，最适生长盐浓度为 2.5%～3.0%；生长 pH 是 6.0 或 6.5～10.0，最适生长 pH 为 9.5；生长温度为 5～45℃，最适生长温度为 37～40℃。**★生化特性：**利用葡萄糖发酵时，主要产物是乳酸，还有 40%～50% 的葡萄糖被转化为甲酸盐、乙酸盐、乙醇。乳酸产量随发酵培养基 pH 上升而下降。嗜盐乳杆菌还用于以下糖类和相关混合物的发酵：L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-半乳糖、D-甘露糖、D-纤维二糖、乳糖、麦芽糖、蜜二糖、蔗糖、D-棉籽糖（蜜三糖）、D-水杨苷、D-海藻糖、D-松三糖、D-甘露醇、甲基-α-D-葡萄糖苷、甘油（很少）、菊糖、淀粉、葡萄糖酸钠；而不能发酵生产 D-阿拉伯糖、D-鼠李糖、D-山梨醇、半乳糖醇、肌醇和核糖醇。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 $C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{13:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.5 mol%。菌株 M23-1^T 与 *H. halophilus* 的 16S rRNA 序列同源性分别为 99.1%，与亲缘关系最接近的 *Paraliobacillus*、*Amphibacillus*、*Gracilibacillus* 和 *V. marismortui* 的 16S rRNA 序列同源性分别为 94.8%～95.1%、92.9%～94.3%、93.7%～94.1%和 93.8%～94.2%。与 *H. halophilus*、*Paraliobacillus*、*Amphibacillus*、*Gracilibacillus* 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 41%、4%、4%～21%、2%～4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggcgtgccta  anacatgcaa  gtngagcgca  ggaagctgaa  cagacccctt  cggggtgacg
61    atcagtggaa  tgagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg  caacctacct  ataagactgg
121   gataactcgt  ggaaacatgg  gctaataccg  gataaccagt  gcgttcacat  gaacacactt
181   taaaaggcgg  cttttagctg  tcacttatag  atgggcccgc  ggcgcattag  ctagttggtg
241   aggtaacggc  tcaccaaggc  cacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact
301   gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg
361   acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  acgatgaagg  ttttcggatc  gtaaagttct
421   gttgttaggg  aagaacaagt  accgttcaaa  tagggcggta  ccttgacggt  acctgacgag
481   aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc
541   ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggtctcttaa  gtctgatgtg  aaatcttgcg
601   gctcaaccgc  aagcggtcat  tggaaactgg  gggacttgag  tacagaagag  gagagtggaa
661   ttccatgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagata  tatggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact
721   ctctggtctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc
```

781	ctggtagtcc	acgccgtaaa	cgatgagtgc	taggtgttag	ggggtttccg	ccccttagtg
841	ctgcagttaa	cgcattaagc	actccgcctg	gggagtacgg	ccgcaaggct	gaaactcaaa
901	agaattgacg	gggacccgca	caagcggtgg	agcatgtggt	ttaattcgaa	gcaacgcgaa
961	gaaccttacc	aggtcttgac	atcctctgac	actcctagag	ataggacgtt	cccttcgggg
1021	acagagtgac	aggtggtgca	tggttgtcgt	cagctcgtgt	cgtgagatgt	tgggttaagt
1081	cccgcaacga	gcgcaaccct	tgatcttagt	tgccagcatt	cagttgggca	ctctaaggtg
1141	actgccggtg	acaaaccgga	ggaaggtggg	gatgacgtca	aatcatcatg	ccccttatga
1201	cctgggctac	acacgtgcta	caatggatgg	tacaaagggc	cgcaagaccg	cgaggtttag
1261	caaatcccat	aaaaccattc	tcagttcgga	ttgtaggctg	caactcgcct	acatgaagcc
1321	ggaatcgcta	gtaatcgtgg	atcagcatgc	cacggtgaat	acgttcccgg	gtcttgtaca
1381	caccgcccgt	cacaccacga	gagtttgtaa	cacccgaagt	cggtgaggta	accttttgga
1441	gccagccgcc	gaaggtggac	aaatgattgg	ggtgaagtcg	taacaaggta	g

二十四、解氢芽胞杆菌属（*Hydrogenibacillus*）

【属特征描述】营养细胞为革兰氏染色可变，长直杆状。嗜热，嗜酸，生长温度为42～75℃，最适为55℃，生长pH为4.2～7.5。主要呼吸醌为MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、两种未知糖脂和一种未知磷脂，少量的未知磷脂、糖脂和磷酸糖脂也可能存在。主要脂肪酸为iso-支链脂肪酸和anteiso-支链脂肪酸，直链脂肪酸也存在（约25%），其中主要的脂肪酸为iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$和anteiso-$C_{17:0}$。DNA的G+C含量为67 mol%～68 mol%。模式种为*Hydrogenibacillus schlegelii*。**★属名释意：***Hydrogenibacillus*中*hydrogenum*为氢（氢氧化）之意，*bacillus*为芽胞杆菌之意，故其中文名称为解氢芽胞杆菌属（Hy.dro.ge.ni.ba′cil.lus. N.L. n. *hydrogenum*，hydrogen；L. masc. n. *bacillus*，a small staff，a wand，a rod，and also a generic name；N.L. masc. n. *Hydrogenibacillus*，hydrogen bacillus，referring to the ability of the organisms to oxidize hydrogen）。

351. *Hydrogenibacillus schlegelii*（施氏解氢芽胞杆菌）

【种类编号】1-24-1。*Hydrogenibacillus schlegelii*（Schenk and Aragno，1981）Kämpfer et al.，2013，comb. nov.（施氏解氢芽胞杆菌）=*Bacillus schlegelii* Schenk and Aragno，1981。**★模式菌株：**MA 48 = ATCC 43741 = CCUG 26017 = CIP 106933 = DSM 2000 = LMG 7133。**★16S rRNA基因序列号：**Z26934。**★种名释意：***schlegelii*意为Schlegel，旨在纪念德国细菌学家H. G. Schlegel，故其中文名称为施氏解氢芽胞杆菌（N.L. gen. masc. n. *schlegelii*，of Schlegel，named after H. G. Schlegel，a German bacteriologist）。

【种类描述】★菌株来源：菌株MA 48^{T}可以从湖泊沉积物，地热土壤和糖厂污泥中分离得到。**★形态特征：**细胞杆状、严格好氧、革兰氏不定。芽胞球形、末端生、胞囊膨大。菌落奶油色、圆形或平铺扩展。化能有机自养生长。**★生理特性：**嗜热，最适生长温度为70℃，37℃和80℃时不能生长。最适pH为6～7，3% NaCl时可以生长，5% NaCl时不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不能还原硝酸盐。酪蛋白水解为弱阳性，不能水解明胶、淀粉和尿素。能利用乙酸、丁酸、富马酸盐、丙酸盐、琥珀酸盐、酚、丙醇和少量的氨基酸作为唯一碳源，铵离子、天冬酰胺和尿素作为唯一氮源。

★化学特性：主要呼吸醌是 MK-7。主要极性脂包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、一个未知磷脂和两个未知糖脂。主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 64.4 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明该菌株与芽胞杆菌属的其他模式菌株之间的同源性为 82.2%～85.9%，与亲缘最近的如 *Calditerricola*（88.4%～88.5%）、*Planifilum*（87.3%～87.8%）和 *Caldalkalibacillus*（87.2%～87.9%）的序列同源性低于 88.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       tcctgnctca  ggacgaacgc  tgncggcgcg  cctaatacat  gcaagtcgag  cggggaggcg
61      ggcggaancc  ttcgggtgga  aanccgtctc  ttatcggcgg  acgggtgagg  aacacgtagg
121     caacctgtcc  taaagaccgg  gataacaccg  ggaaaccggt  gctaataccg  gatagattgt
181     cctggcgcat  gctgggccaa  ggaaaggggc  gacccgcttt  aggaggggcc  tgcggcgcat
241     tagctggttg  gtggggtaac  ggcctaccaa  ggcgatgatg  cgtagccggc  ctgagagggt
301     gaccggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa
361     tcttccgcaa  tgggcggaag  cctgacggag  cgacnccgcg  tgggggagga  aggccttcgg
421     gttgtaaacc  nctgttgtcg  gggaagaagg  gccgcggagg  cggcattgac  ggtacccgac
481     gaggaagccc  cggctaagta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtagggg  gcgagcgttg
541     tccggaatga  ctgggcgtaa  agggcgcgta  ggcggtctgt  taagtctgct  gtgaaaggcc
601     acggctcaac  cgtgggggtg  cagcggaaac  tggcggactt  gagtgcagga  gaggtgcgcg
661     gaattcccgg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  agatcgggag  gaacaccgnt  gtcgaaggca
721     ccgcactggc  ctgtaactga  cgctgaggcg  cgaaagcgtg  gggagcgaac  aggattagat
781     accctggtag  accacgctnt  aaacgatggg  tgctagntgt  gggtggtatc  cattgacggg
841     ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag
901     ggcttgacat  cccgctgccg  ggtccagaga  tgggcctttc  ccgcgaggga  cggcggagac
961     aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga
1021    gcgcaacccc  tgcccttagt  tgccagcggg  tgaggccggg  cactctaagg  ggactcccgc
1081    cgacgaggcg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat  gccctgggct
1141    acacacgtgc  tacaatggcc  ggtacagcgg  gaagcgaagc  cgcgaggcgg  agcggatccc
1201    tgaaagccgg  tctcagttcg  gattgcaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag  gcggaatcgc
1261    tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atgcgttccc  gggccttgta  cacaccgccc
1321    gtcacaccat  gggagtcggg  ggcgcccgaa  ggcgcggnca  gcgctgaagg  cgaacctggc
1381    gactggggtg  aagtcgtaac  aaggtatccg  nnccggaagg  tgnggntgga  tc
```

二十五、吉林芽胞杆菌属（*Jilinibacillus*）

【属特征描述】细胞革兰氏阳性，好氧，能运动。细胞壁肽聚糖主要是 *meso*-二氨基庚二酸，主要呼吸醌是 MK-7，极性脂的主要成分是磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油、磷脂酰肌醇、磷脂酰脯氨酸、磷脂酰肌醇二甘露糖苷，主要脂肪酸（>10%）为 anteiso-$C_{15:0}$。DNA 的 G+C 含量为 36.2 mol%。模式种为 *Jilinibacillus soli*。**★属名释意：***jilinibacillus* 中 *jilini* 为我国吉林省之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为吉林芽胞杆菌属（Ji.li.ni. ba.cil′lus. L. masc. n. *bacillus* small rod；N.L. masc. n. *jilinibacillus* a rod from Jilin Province，China）。

352. *Jilinibacillus soli*（土壤吉林芽胞杆菌）

【种类编号】1-25-1。*Jilinibacillus soli* Liu et al.，2014，sp. nov.（土壤吉林芽胞杆菌）。**★模式菌株：**A12 = GIMN1.014 = CCTCC M2011164 = KCTC 33417。**★16S rRNA 基因序列号：**HQ693527。**★种名释意：***soli* 为土壤之意，故其中文名称为土壤吉林芽胞杆菌（so′li. L. neut. gen. n. *soli* of soil）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 A12^T 是从我国吉林西部的白城盐碱地土壤样品中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.7）μm×（1.5～5.0）μm］，革兰氏阳性、需氧、可运动、形成芽胞。菌落奶油色、圆形、扁平、透明。**★生理特性：**生长温度为 15～45℃（最适为 30℃）；pH 为 7.0～11.5（最适为 9.0）；NaCl 浓度是 0～10%（w/v）（最适为 1%～3%）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐还原为阳性。能产吲哚和 H_2S。能水解七叶苷、酪蛋白和明胶。能利用葡聚糖、蔗糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-半乳糖、甘油、D-丝氨酸、明胶、L-组氨酸，不能利用 D-纤维二糖、D-棉籽糖、D-蜜二糖、D-岩藻糖、L-鼠李糖、D-山梨醇、D-甘露醇、D-阿拉伯醇、肌醇。**★化学特性：**细胞壁的肽聚糖中存在 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要极性质是磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油、磷脂酰肌醇、磷脂酰肌醇甲基和磷脂酰肌醇二甘露糖苷。主要脂肪酸（> 10%）为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.2 mol %。16S rRNA 基因序列比对结果表明该菌株与其他物种的同源性低于 95.6%。16S rRNA 基因序列如下。

1 agagtttgat catggctcag gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc
61 gcaggaagca gactgacccc ttcggggtga cgtttgtgga atgagcggcg gacgggtgag
121 taacacgtgg gcaacctacc tgtaagattg ggataactcc gggaaaccgg tgctaatacc
181 gaataatctt ttccatcgcg tgaaggaaaa gtgaaagatg gtttcggcta tcacttacag
241 atgggcccgc ggcgcattag ctagttggtg gggtaaaggc ctaccaaggc aacgatgcgt
301 agccgacctg agagggtgat cggccacact gggactgaga cacggcccag actcctacgg
361 gaggcagcag tagggaatct tccgcaatgg acgaaagtct gacggagcaa cgccgcgtga
421 gtgatgaagg ttttcggatc gtaaaactct gttgttaggg aagaacaagt acgagagtaa
481 ctgctcgtac cttgacggta cctaaccaga aagccccggc taactacgtg ccagcagccg
541 cggtaatacg tagggggcga gcgttgtccg gaattattgg gcgtaaagcg cgcgcaggcg
601 gtcctttaag tctgatgtga aagcccacgg cttaaccgtg gagggtcatt ggaaactgga
661 ggacttgagt gcagaagagg agagtggaat tccatgtgga gcggtgaaat gcgtagagat
721 atggaggaac accagtggcg aaggcgactc tctggtctgt aactgacgct gaggcgcgaa
781 agcgtgggga gcgaacagga ttagataccc tggtagtcca cgccgtaaac gatgagtgct
841 aggtgtcagg gggtttccgc cccttggtgc tgcagttaac gcattaagca ctccgcctgg
901 ggagtacggc cgcaaggctg aaactcaaaa gaattgacgg ggacccgcac aagcggtgga
961 gcatgtggtt taattcgaag caacgcgaag aaccttacca ggtcttgaca tcccgctgac
1021 cgttatggag acatagcttt cccttcgggg acagcggtga caggtggtgc atggttgtcg
1081 tcagctcgtg tcgtgagatg ttgggttaag tcccgcaacg agcggaaccc ctaaccttag
1141 ttgccagcat taagttgggc actctaaggt gactgccggt gacaaaccgg aggaaggtgg
1201 ggacgacgtc aaatcatcat gccccttatg acctgggcta cacacgtgct acaatggatg
1261 gaacagaggg cagcgaagcc gcgaggtgaa gcaaatccca taaaaccatt ctcagttcgg
1321 attgtaggct gcaactcgcc tacatgaagc cggaatcgct agtaatcgcg gatcagcatg

1381　ccgcggtgaa　tacgttcccg　ggtcttgtac　acaccgcccg　tcacaccacg　agagttgaca
1441　acacccgaag　tcggtgaggt　aacctttttag　gagccagccg　ccgaaggtgg　ggccaatgat
1501　tggggtgaag　tcgtaacaag　gtaaccgta

二十六、慢生芽胞杆菌属（*Lentibacillus*）

【属特征描述】营养细胞杆状，革兰氏染色可变，能运动。芽胞球形或卵圆形，端生，胞囊膨胀。菌落为浅黄色，光滑，圆形至稍不规则，可在添加（3±1）% NaCl 的 MA 培养基上生长。过氧化氢酶和氧化酶为阳性，脲酶为阴性。细胞壁肽聚糖在肽桥第 3 位是 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$和 iso-$C_{16:0}$。DNA 的 G+C 含量为 44 mol%（HPLC）。模式种为 *Lentibacillus salicampi*。**★属名释意：** *Lentibacillus* 中 *lentus* 为缓慢之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为慢生芽胞杆菌属（L. adj. *lentus*，slow; L. dim. masc. n. *bacillus*，small rod; N.L. masc. n. *Lentibacillus*，slow bacillus，i.e. slowly growing bacillus）。

353. *Lentibacillus halodurans*（耐盐慢生芽胞杆菌）

【种类编号】1-26-1。*Lentibacillus halodurans* Yuan et al.，2007，sp. nov.（耐盐慢生芽胞杆菌。**★模式菌株：**8-1 = CGMCC 1.3702 = DSM 18342。**★16S rRNA 基因序列号：**AY321433。**★种名释意：***halodurans* 中 *hals* 为盐之意，*durans* 为忍耐之意，故其中文名称为耐盐慢生芽胞杆菌（Gr. n. *hals halos*，salt；L. part. adj. *durans*，enduring；N.L. part. adj. *halodurans*，salt-enduring）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 8-1^T 是从我国新疆维吾尔自治区一个中性盐湖的沉积物中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［0.5 μm ×（1.5～2.5）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、不运动，形成芽胞、球形或椭圆形、端生、胞囊膨大。添加 10% NaCl 的 HM 培养基上培养 2 d 后形成的菌落直径为 4～5 mm、呈白色、微凸、边缘规则。**★生理特性：**生长温度是 22～45℃，最适生长温度是 30℃；生长的 NaCl 浓度是 5%～30%，最适生长 NaCl 浓度是 8%～12%。无 NaCl 时菌株不生长。生长的 pH 是 6.0～9.0，最适生长 pH 是 7.0～7.5。细胞耐诺氟沙星（10 μg）、新霉素（30 μg）、杆菌肽（0.04 U）、四环素（30 μg）、链霉素（10 μg）、氯霉素（30 μg）、卡那霉素（30 μg）和青霉素 G（10 U）。但对下列化合物敏感：新生霉素（30 μg）、利福平（5 μg）、红霉素（15 μg）、环丙沙星（5 μg）、万古霉素（30 μg）和氨苄西林（10 μg）。**★生化特性：**硝酸钠不能被还原。氧化酶和过氧化氢酶为阳性，脲酶为阴性。能水解明胶和吐温 40，不能水解酪蛋白、淀粉、七叶苷、吐温 40 和吐温 80。能利用下列化合物作为碳源：D-葡萄糖、D-甘露糖、D-果糖、纤维二糖、L-山梨糖、菊糖、D-棉籽糖、D-半乳糖、水杨苷、乳糖、蔗糖、七叶苷、麦芽糖、蜜二糖、甘露醇、D-山梨糖、海藻糖、半乳糖醇、甘油、肌醇、赤藓糖醇、松三糖、阿拉伯糖、鼠李糖和木糖。能利用下列化合物产酸：D-甘露糖、D-果糖和 D-葡萄糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要极性脂包括二磷脂酰甘油和两种未鉴定的糖脂。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.4 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的

系统发育树分析显示，该菌株与 *L. salarius* KCTC 3911^T 亲缘关系很近（同源性为 98.0%）。与慢生芽胞杆菌属其他种类的同源性为 94.5%～95.9%，与 *L. salarius* KCTC 3911^T 的 DNA-DNA 杂交关联度为 40%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg  agcgcgggaa  gcaaactgaa  atcttcggat
61     ggacgtttgt  ggaacgagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  tgggcaacct  gcctgtaaga
121    ccgggataac  tcgcggaaac  gcgagctaat  accggataac  acttttggtc  gcatgatgag
181    aagttgaaag  acggctttga  gctgtcactt  acagatgggc  ccgcggcgca  ttagttagtt
241    ggtgaggtaa  gagctcacca  aggcaacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgaacggcca
301    cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcatccgca
361    atggacgaaa  gtctgacggt  gcaacgccgc  gtgagtgaag  aaggttttcg  gatcgtaaaa
421    ctctgttgtc  agggaagaac  acgtgccgtt  cgaagagatc  ggtaccttga  cggtacctga
481    ccagaaagcc  ccggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggg  ggcaagcgtt
541    gtccggaatt  attgggcgta  aagggcgcgc  aggcggtctt  ttaagtctga  tgtgaaagcc
601    cgcggcttaa  ccgcggttgg  tcattggaaa  ctggaggact  tgagtgcaga  agaggagagt
661    ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc
721    gactctctgg  tctgtaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  gggtagcgaa  caggattaga
781    taccctggta  gtccacgccg  taaacgttga  gtgctaggtg  ttagggggtt  tccacccctt
841    tgtgctgaag  ttaacgcaat  aagcactccg  cctggggagt  acggccgcaa  ggctgaaact
901    caaaagaatt  gacgggggcc  cgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt  cgaagcaacg
961    cgaagaacct  taccaggtct  tgacatcctc  tgaaggcggt  agagataccg  tgttcccttc
1021   ggggacagag  tgacaggtgg  tgcatggttg  tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgggtt
1081   aagtcccgta  acgagcgcaa  cccttgacct  tagttgccag  cattaagttg  ggcactctaa
1141   ggtgactgcc  ggtgacaaac  cggaggaagg  cggggatgac  gtcaaatcat  catgcccctt
1201   atgacctggg  ctacacacgt  gctacaatgg  atggaacaaa  gggaagcgaa  gccgtgaggt
1261   gaagcaaatc  ccataaaacc  attcccagtt  cggattgcag  gctgcaactc  gcctgtatga
1321   agccggaatc  gctagtaatc  gcggatcagc  atgccgcggt  gaatacgttc  ccgggccttg
1381   tacacaccgc  ccgtcacacc  acgagagttg  gcaacacccg  aagtcggtga  ggtaaccatt
1441   tggagccagc  cgccgaaggt  ggggcc
```

354. *Lentibacillus halophilus*（嗜盐慢生芽胞杆菌）

【种类编号】1-26-2。*Lentibacillus halophilus* Tanasupawat et al.，2006，sp. nov.（嗜盐慢生芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PS11-2 = JCM 12149 = PCU 240 = TISTR 1549。**★16S rRNA 基因序列号：**AB191345。**★种名释意：***halophilus* 中 *hals* 为盐之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜盐慢生芽胞杆菌（Gr. n. *hals halos*，salt；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos-ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *halophilus*，salt-loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PS11-2^T 是从泰国鱼酱发酵过程中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.6）μm ×（1.0～3.0）μm］、革兰氏阳性、极端嗜盐、好氧、可运动，形成芽胞、球形、端生、胞囊膨大。菌落圆形、直径为 0.1～0.8 mm、白色至奶油色、微凸、光滑。**★生理特性：**生长温度是 15～42℃，最适生长温度是 30～37℃；生长的 pH 是 6～8，最适生长 pH 是 7.0～7.5，pH 为 5 或 9 时菌株不生长；生长的 NaCl 浓度是 12%～30%，最适生长 NaCl 浓度是 20%～26%，NaCl 浓度低于或等于 10%时，

菌株不生长。含 1% KNO_3 的培养基厌氧条件下菌株不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性，脲酶为阴性。不能水解七叶苷、精氨酸、酪蛋白、吐温 80、明胶、酪氨酸、苯丙氨酸、淀粉、黄嘌呤和次黄嘌呤。不能利用下列化合物产酸：D-葡萄糖、甘油、D-核糖、D-木糖、L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-蜜二糖、D-松三糖、肌醇、棉籽糖、L-鼠李糖、水杨苷、山梨醇、蔗糖或 D-海藻糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。极性脂主要包括磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和两个未知糖脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 42.1 mol%～43.1 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育树分析显示，该菌株与 *L. juripiscarius* JCM 12147^T 亲缘关系较近（同源性为 97.3%），DNA-DNA 杂交关联度为 19.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaacctg  cccgaaagac  cgggataact  tgcggaaacg
61     tgagctaata  ccggataatg  cctttccccg  catgggggag  ggctgaaaga  cggcctttgt
121    gctgtcactt  acggatgggc  ccgcggcgca  ttagttagtt  ggtgaggtaa  gagctcacca
181    aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca  cactgggact  gagacacggc
241    ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca  atggacgaaa  gtctgacgga
301    gcaacgccgc  gtgagtgatg  aaagtcttcg  gatcgtaaaa  ctctgttgtc  agggaagaac
361    aggcgtggtt  cgaacagggc  catggtttga  cggtacctga  ccttaaagcc  ccggcaaact
421    acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggg  ggcgagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta
481    aagggcgcgc  aggcggtctt  ttaagtctga  tgtgacatct  cgcggctcaa  ccgcgagcgg
541    tcattggaaa  ctgggagact  tgagtacaga  agaggagagt  ggaattccac  gtgtagcggt
601    gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc  gactctctgg  tctgttactg
661    acgctgaggc  gcgaaagcgt  gggtagcgaa  caggattaga  taccctggta  gtccacgccg
721    taaacgttga  gtgctaggtg  ttagggggtt  tccgcccctt  tgtgctgaag  ttaacgcatt
781    aagcactccg  cctggggagt  acggccgcaa  ggctgaaact  caaaagaatt  gacgggggcc
841    cgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt  cgaagcaacg  cgaagaacct  taccaggtct
901    tgacatcctc  tgacagcggc  agagatgccg  tgttcccttc  ggggacagag  tgacaggtgg
961    tgcatggttg  tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgggtt  aagtcccgta  acgagcgcaa
1021   cccttaatct  tagttgccag  cattaagttg  ggcactctaa  ggtgactgcc  ggtgacaaac
1081   cggaggaagg  cggggatgac  gtcaaatcat  catgcccctt  atgacctggg  ctacacacgt
1141   gctacaatgg  atggaacaaa  gggacgcgaa  gcggcgacgt  gatagccaat  cccacaaaac
1201   cattcccagt  tcggattgca  ggctgcaact  cgcctgtatg  aagccggaat  cgctagtaat
1261   cgcggatcag  aatgccgcgg  tgaatacgtt  cccgggcctt  gtacacaccg  cccgtcacac
1321   cacgagagtt  ggcaacaccc  gaagtcggtg  aggcaaccat  tttggagcca  gccgccgaag
1381   gtggggccaa  tgattggggt  gaagtcgtaa
```

355. *Lentibacillus jeotgali*（咸海鲜慢生芽胞杆菌）

【种类编号】1-26-3。*Lentibacillus jeotgali* Jung et al.，2010，sp. nov.（咸海鲜慢生芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Grbi = JCM 15795 = KCTC 13300。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ182050。**★种名释意：***jeotgali* 为咸海鲜之意，故其中文名称为咸海鲜慢生芽胞杆菌（N.L. gen. n. *jeotgali*，of jeotgal，a traditional Korean fermented seafood）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Grbi^T 是从韩国传统发酵海鲜中分离得到的。**★形态**

特征：细胞杆状 [（0.5～1.0）μm ×（2.0～4.0）μm]、革兰氏阳性、严格好氧、不运动、无鞭毛，形成芽胞、球形、端生、胞囊膨大。添加 10% NaCl 的 MA 培养基上 37℃培养 3 d 后形成的菌落直径为 1.0～2.0 mm、圆形、光滑、凸起、不透明、象牙色。**★生理特性：**生长的 NaCl 浓度是 3%～20%，最适生长 NaCl 浓度是 10%～15%；生长温度是 10～45℃，最适生长温度是 37℃；生长 pH 是 6.0～8.0，最适生长 pH 是 8.0。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶和脲酶为阴性。能水解七叶苷，不能水解吐温 80、精氨酸、明胶、酪蛋白、淀粉、DNA、酪氨酸、纤维素、黄嘌呤或次黄嘌呤。利用下列碳源产酸：甘油、D-核糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露醇、甲基化-D-甘露糖苷、熊果苷、七叶苷、麦芽糖、菊糖、糖原和 2-酮基-葡萄糖酸。利用下列碳源不产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基β-D-木糖苷、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-山梨醇、甲基α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、水杨苷、纤维二糖、D-乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、松三糖、松二糖、苦杏仁糖、棉籽糖、淀粉、木糖醇、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐或 5-酮基-葡萄糖酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂包括磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和两个未鉴定的糖脂。主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$（36.4%）、anteiso-$C_{15:0}$（30.3%）和 iso-$C_{14:0}$（18.2%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 42.5 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，该菌株与 *L. kapialis* JCM 12580^{T} 的同源性为 97.5%，与 *L. kapialis* JCM 12580^{T} 的 DNA-DNA 杂交关联度为 8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctatacatgc  aagtcgagcg  cgggaagcag  gtaatcgccc  ttcggggcga  gcgcctgtgg
61    aacgagcggc  ggacgggtga  gtaacacgtg  ggcaacctgc  ctgtaagact  gggataactc
121   cgggaaaccg  gggctaatac  cggataatac  acagcatcgc  atggtgccgt  gttgaaaggc
181   ggcttttagc  tgtcacttac  agatgggccc  gcggcgcatt  agttagttgg  taaggtcaaa
241   gcttaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca  ctgggactga
301   gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  catccgcaat  ggacgaaagt
361   ctgacggtgc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaagct  ctgttgtcag
421   ggaagaacac  gtgctgctcg  aagagggcag  cgccttgacg  gtacctgacc  agaaagcccc
481   ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg  caagcgttgt  ccggaattat
541   tgggcgtaaa  gcgcacgcag  gcggtctttt  aagtctgatg  tgaaatcccg  cggctcaacc
601   gcgggcggtc  attggaaact  ggaggacttg  agtgcagaag  aggagagtgg  aattccacgt
661   gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaggcga  ctctctggtc
721   tgtaactgac  gctgaggtgc  gaaagcatgg  gtagcgaaca  ggattagata  ccctggtagt
781   ccatgccgta  aacgttgagt  gctaggtgtt  agggggtttc  cacccctttg  tgctgaagtt
841   aacgcattaa  gcactccgcc  tggggattac  ggccgcaagg  ctgaaactca  aaagaattga
901   cgggggcccg  cacaagcggt  ggagcatgtg  gtttaattcg  aagcaacgcg  aagaacctta
961   ccaggtcttg  acatcctctg  atggcggtag  agataccgtg  ttcccttcgg  ggacagagtg
1021  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgtaac
1081  gagcgcaacc  cttgatctta  gttgccagca  ttcagttggg  cactctaagg  tgactgccgg
1141  tgacaaaccg  gaggaaggcg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct
1201  acacacgtgc  tacaatggat  ggaacaaagg  gcagcgaagc  cgtgaggtga  agcaaatccc
1261  ataaaaccat  tcccagttcg  gattgcaggc  tgcaactcgc  ctgtatgaag  ccggaatcgc
```

1321　tagtaatcgc　ggatcagaat　gccgcggtga　atacgttccc　gggccttgta　cacaccgccc
1381　gtcacaccac　gagagttggc　aacacccgaa　gtcg

356. *Lentibacillus juripiscarius*（鱼酱慢生芽胞杆菌）

【种类编号】1-26-4。*Lentibacillus juripiscarius* Namwong et al.，2005，sp. nov.（鱼酱慢生芽胞杆菌）。**★模式菌株：**IS40-3 = JCM 12147 = PCU 229 = TISTR 1535。**★16S rRNA 基因序列号：**AB127980。**★种名释意：***juripiscarius* 中 *jusjuris* 为酱之意，*piscarius* 为鱼之意，故其中文名称为鱼酱慢生芽胞杆菌（L. n. *jusjuris*，sauce；L. adj. *piscarius*，of or belonging to fish；N.L. masc. adj. *juripsicarius*，of a fish sauce）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 IS40-3^{T} 是从泰国发酵鱼的酱油中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.5）μm ×（1.5～6.0）μm］、革兰氏阳性、不运动、无鞭毛、歪链状生长，形成芽胞、椭圆形、端生、胞囊膨大。*Lentibacillus* 琼脂培养基上培养 5 d 形成的菌落直径为 0.9～3.9 mm、呈白色至奶油色。**★生理特性：**硝酸钠存在时兼性厌氧、好氧生长。生长温度是 10～45℃，最适生长温度是 37℃；生长 pH 是 5～9，最适生长 pH 是 7.0；生长的 NaCl 浓度是 3%～30%，最适生长 NaCl 浓度是 10%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性，脲酶为阴性。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。能水解酪蛋白、吐温 80 和明胶，不能水解精氨酸、淀粉、酪氨酸、三丁酸甘油酯、苯丙氨酸、黄嘌呤或次黄嘌呤。利用下列化合物产酸：D-果糖、D-葡萄糖、甘油、D-核糖、蔗糖和 D-木糖。不能利用下列化合物产酸：苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-半乳糖、菊糖、乳糖、麦芽糖、甘露醇、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、甲基 α-D-葡萄糖苷、肌醇、棉籽糖、鼠李糖、水杨苷、山梨醇或海藻糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖中含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要极性脂是磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和两个未知糖脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 43 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，该菌株与 *L. salicampi* 有很高的同源性（95.2%），与 *Virgibacillus* 种类的 16S rRNA 同源性为 93.3%～95.6%，与芽胞杆菌科种类的 16S rRNA 同源性低于 94.2%。与亲缘关系相近种类的 DNA-DNA 杂交关联度为 12%～32%。16S rRNA 基因序列如下。

1　aggacgaacg　ctggcggcgt　gcctaataca　tgcaagtcga　gcgcgggaag　caggtaatcg
61　cccttcgggg　cgtgcgcctg　tggaacgagc　ggcggacggg　tgagtaacac　gtgggcaacc
121　tgcctgtaag　actgggataa　ctccgggaaa　ccggggctaa　taccggatga　tgtctttcct
181　cgcatgaggg　aaggctgaaa　gacggccttt　gtgctgtcac　ttacagatgg　gcccgcggcg
241　cattagttag　ttggtgaggt　aagagctcac　caaggcgacg　atgcgtagcc　gacctgagag
301　ggtgatcggc　cacactggga　ctgagacacg　gcccagactc　ctacgggagg　cagcagtagg
361　gaatcttccg　caatggacga　aagtctgacg　gagcaacgcc　gcgtgagtga　tgaaggtctt
421　cggatcgtaa　aactctgttg　tcagggaaga　acaagcgtgg　ttcgaacagg　gccatgcctt
481　gacggtacct　gaccagaaag　ccccggctaa　ctacgtgcca　gcagccgcgg　taatacgtag
541　ggggcaagcg　ttgtccggaa　ttattgggcg　taaagcgcgc　gcaggcggtt　tcttaagtct
601　gatgtgaaat　ctcgcggctt　aaccgcgagc　ggtcattgga　aactgggagg　cttgagtaca
661　gaagaggaga　gtggaattcc　acgtgtagcg　gtgaaatgcg　tagagatgtg　gaggaacacc
721　agtggcgaag　gcgactctct　ggtctgtaac　tgacgctgag　gcgcgaaagc　gtgggtagcg

```
781     aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgtt  gagtgctagg  tgttaggggg
841     tttccgcccc  tttgtgctga  agttaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggccgc
901     aaggctgaaa  ctcaaaagaa  ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca  tgtggtttaa
961     ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  tctgacagcg  gcagagatgc
1021    cgtgttccct  tcggggacag  agtgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg
1081    agatgttggg  ttaagtcccg  taacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc  agcattcagt
1141    tgggcactct  aaggtgactg  ccggtgacaa  accggaggaa  ggcggggatg  acgtcaaatc
1201    atcatgcccc  ttatgacctg  ggctacacac  gtgctacaat  ggatggaaca  aagggaagcg
1261    aagccgtgag  gtgtagcaaa  tcccataaaa  ccattctcag  ttcggattgc  aggctgcaac
1321    tcgcctgtat  gaagccggaa  tcgctagtaa  tcgcggatca  gcatgccgcg  gtgaatacgt
1381    tcccgggcct  tgtacacacc  gcccgtcaca  ccacgagagt  tggcaacacc  cgaagtcggt
1441    gaggtaacct  tttggagcca  gccgccgaag  gtggggccaa  tgattggggt  gaagtcgtaa
1501    caaggtagcc  gtatcggaag  gtgc
```

357. *Lentibacillus kapialis*（虾酱慢生芽胞杆菌）

【种类编号】1-26-5。*Lentibacillus kapialis* Pakdeeto et al.，2007，sp. nov.（虾酱慢生芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PN7-6 = JCM 12580 = PCU 259 = TISTR 1551。**★16S rRNA 基因序列号：**AB231905。**★种名释意：***kapialis* 为虾酱之意，故其中文名称为虾酱慢生芽胞杆菌（N.L. n. *kapium*，from Korean n. ka-pi，shrimp paste；L. suff. -*alis*，adjectival suffix meaning pertaining to；N.L. masc. adj. *kapialis*，pertaining to shrimp paste，the source of isolation of the strains）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PN7-6^T 是从韩国发酵虾面团中分离得到的。**★形态特征：**细胞细杆状［（0.4～0.5）μm ×（1.5～6.0）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、产生红色色素、无鞭毛、不运动，形成芽胞、球形、端生、胞囊膨大。菌落直径为 0.2～1.3 mm、微凸、光滑、圆形。**★生理特性：**生长温度是 15～45℃，最适生长温度是 37℃；生长 pH 是 5～9，最适生长 pH 是 7.0；生长 NaCl 浓度是 5%～30%，最适生长 NaCl 浓度是 15%。含 1%硝酸钠的培养基厌氧条件下菌株不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶和脲酶为阳性。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。能水解精氨酸和明胶，不能水解七叶苷、酪蛋白、吐温 80、酪氨酸、淀粉、黄嘌呤或次黄嘌呤。利用下列碳源产酸：D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、甘油、D-甘露醇、D-甘露糖、D-核糖、山梨醇和蔗糖。不能利用下列碳源产酸：苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、纤维二糖、七叶苷、葡萄糖酸钙、肌醇、菊糖、乳糖、麦芽糖、蜜二糖、松三糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、棉籽糖、L-鼠李糖、水杨苷、D-海藻糖或 D-木糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。细胞主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$。主要极性脂包括磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和两个未知糖脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 41.6 mol%。16S rRNA 基因序列比较分析显示，该菌株与 *L. salarius* KCTC 3911^T、*L. salicampi* JCM 11462^T、*L. juripiscarius* JCM 12147^T、*L. lacisalsi* KCTC 3915^T 和 *L. halophilus* JCM 1214^T 的同源性分别为 96.5%、96.3%、96.3%、95.6%和 94.7%，与 *Virgibacillus* 菌株的 16S rRNA 的同源性为 94.5%～95.1%，与 *L. salicampi* JCM 11462^T 和 *L. juripiscarius* JCM 12147^T 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 2.3%～16.5%和 5.9%～16.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     aatacatgca  agttcagcgc  gtgaagcagg  catttgccct  tcggggcaat  tgcttgtgga
61    acgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctgcc  tgtaagcctg  ggataactcc
121   gggaaaccgg  ggctaatacc  ggatgacatg  ccgtatcgca  tgatgcggga  ttgaaagacg
181   gcttttggct  gtcacttaca  gatgggcccg  cggcgcatta  gttagttggt  gaggtaagag
241   ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag
301   acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc  atccgcaatg  gacgaaagtc
361   tgacggtgca  acgccgcgtg  agtgatgaag  gttttcggat  cgtaaaactc  tgttgtcagg
421   gaagaacacg  tgctgctcga  agagggcagc  gccttgacgg  tacctgacca  gaaagccccg
481   gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc  gagcgttgtc  cggaattatt
541   gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggtctttta  agtctgatgt  gaaatcccgc  ggctcaaccg
601   cgggcggtca  ttggaaactg  gaggacttga  gtgcagaaga  ggagagtgga  attccacgtg
661   tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcgac  tctctggtct
721   gtaactgacg  ctgaggtgcg  aaagcatggg  tagcgaacag  gattagatac  cctggtagtc
781   catgccgtaa  acgttgagtg  ctaggtgtta  gggggtttcc  accccttttgt  gctgaagtta
841   acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggc  tgaaactcaa  aagaattgac
901   gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac
961   caggtcttga  catcctctga  tgacggtaga  gataccgtgt  tcccttcggg  gacagagtga
1021  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgtaacg
1081  agcgcaaccc  ttgaccttag  ttgccagcat  tcagttgggc  actctaaggt  gactgccggt
1141  gacaaaccgg  aggaaggcgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta
1201  cacacgtgct  acaatggatg  gaacaaaggg  cagcgaagcc  gtgaggtgaa  gcaaatccca
1261  caaaaccatt  cccagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc  tgtatgaagc  cggaatcgct
1321  agtaatcgcg  gatcagaatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg
1381  tcacaccacg  agagttggca  acacccgaag  tcggtgaggt  aaccgtaagg  agccagccgc
1441  cgaaggtggg  gccaatgatt  ggggtgaagt  cgtaacaagg  tagccgtatc  ggaaggtgcg
1501  gctggatcac  tcccta
```

358. *Lentibacillus lacisalsi*（盐湖慢生芽胞杆菌）

【种类编号】1-26-6。*Lentibacillus lacisalsi* Lim et al.，2005，sp. nov.（盐湖慢生芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BH260 = DSM 16462 = KCTC 3915。**★16S rRNA 基因序列号：**AY667497。**★种名释意：***lacisalsi* 中 *lacus* 为湖之意，*salsus* 为盐之意，故其中文名称为盐湖慢生芽胞杆菌（L. n. *lacus*，lake；L. adj. *salsus*，salted，salt；N.L. gen. n. *lacisalsi*，of a salt lake）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $BH260^T$ 是从我国盐湖中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.6）μm ×（1.2～3.0）μm］、严格好氧、以周生鞭毛运动。添加 10% NaCl 的 MA 培养基上形成的菌落呈奶油色、微凸、圆形或稍不规则。**★生理特性：**生长温度是 15～40℃，最适生长温度是 30～32℃；生长 pH 是 7.0～9.5，最适生长 pH 是 8.0；生长的 NaCl 浓度是 5%～25%，最适生长 NaCl 浓度是 12%～15%。**★生化特性：**硝酸钠被还原成亚硝酸钠。不能水解尿素、L-酪氨酸、次黄嘌呤、酪蛋白、淀粉、吐温 80、七叶苷和黄嘌呤。利用下列碳源产酸：D-果糖、D-核糖、D-木糖和 L-阿拉伯糖。但不能利用下列碳源产酸：甘油、D-葡萄糖、麦芽糖、D-海藻糖、α-D-乳糖、D-甘露醇、D-甘露糖、

鼠李糖、核糖醇、棉籽糖、D-熊果苷、水杨苷或 D-蜜二糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖为 A1γ 型，含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。细胞的主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要极性脂包括磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和两种未知的糖脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，该菌株与 *L. salsus* KCTC 3911[T]、*L. juripiscarius* JCM 12147[T]、*L. salicampi* KCCM 41560[T] 同源性分别为 96.0%、95.5%和 95.3%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cctcttcgga  ggtgatgttt  gtggaacgag  cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtgggcaac
61    ctgcctgtaa  gactgggata  acctcgggaa  accggggcta  ataccggata  acactttccg
121   ctgcatggcg  gagagctgaa  aggcggcata  tgctgctact  tacagatggg  cccgtggcgc
181   attagttagt  tggtggggta  aaagctcacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg
241   gtgatcggcc  acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg
301   aatcttccgc  aatggacgaa  agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgagtgat  gaaggttttc
361   ggatcgtaaa  actctgttgt  cagggaagaa  caagtgccgt  tcaaacaggg  cggcaccttg
421   acggtacctg  accagaaagc  cccggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg
481   gggcaagcgt  tgtccggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggtct  tttaagtctg
541   atgtgaaatc  tcgtggctta  accgcgagcg  gccattggaa  actggaggac  ttgagtacag
601   aagaggagag  tggaattcca  cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agatatgtgg  aggaacacca
661   gtggcgaagg  cgactctctg  gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcga
721   acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgttg  agtgctaggt  gttaaggggt
781   ttccgcccct  tagtgctgaa  gttaacgcat  taagcactcc  gcctggggat  tacggccgca
841   aggctgaaac  tcaaaagaat  tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat
901   tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatcct  ctgatggcgg  tagagatacc
961   gtgttccctt  cggggacaga  gtgacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga
1021  gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgatc  ttagttgcca  gcattaagtt
1081  gggcactcta  aggtgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggatga  cgtcaaatca
1141  tcatgcccct  tatgacctgg  gctacacacg  tgctacaatg  gatggaacaa  agggctgcga
1201  agccgtgagg  tgaagcaaat  cccataaaac  cattctcagt  tcggattgca  ggctgcaact
1261  cgcctgtatg  aagccggaat  cgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt
1321  cccgggcctt  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtc  ggcaa
```

359. *Lentibacillus persicus*（波斯慢生芽胞杆菌）

【种类编号】1-26-7。*Lentibacillus persicus* Sánchez-Porro et al.，2010，sp. nov.（波斯慢生芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Amb31 = CCM 7683= CECT 7524 = DSM 22530 = LMG 25304。**★16S rRNA 基因序列号：**FN376846。**★种名释意：***persicus* 是伊朗旧称波斯之意，故其中文名称为波斯慢生芽胞杆菌[L. masc. adj. *persicus*，Persian，pertaining to Persia（Iran），from where the type strain was isolated]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Amb31[T] 是从伊朗阿明阿巴德郡咸水湖中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［0.9 μm ×（1.5～4.0）μm］、革兰氏阳性、兼性厌氧、中度嗜盐，形成芽胞、椭球形、中生、胞囊膨大。添加 10% HM 的培养基上 37℃培养 2 d 后形成的菌落直径为 1.5～2.0 mm、奶油色、圆形、光滑、全缘。**★生理特性：**生长的 NaCl 浓度是 3%～25%，最适生长 NaCl 浓度是 7.5%～10%，无 NaCl 时，菌株不生长；生长温度

和 pH 分别是 15～50℃和 6.0～9.5，最适生长温度和 pH 分别是 30～35℃和 7.5。对下列化合物敏感：阿米卡星（30 μg）、阿莫西林（30 μg）、杆菌肽（10 U）、羧苄西林（100 μg）、头孢西丁（30 μg）、氯霉素（30 μg）、红霉素（15 μg）、庆大霉素（30 μg）、呋喃妥因（300 μg）、新生霉素（5 μg）、利福平（5 μg）、链霉素（10 μg）、四周期蛋白（30 μg）和妥布霉素（10 μg）。耐卡那霉素（30 μg）和多黏菌素 B（100 U）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性，脲酶为阴性。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。能水解酪蛋白、明胶、吐温 40、吐温 60 和 DNA，不能水解淀粉、吐温 20 或吐温 80、七叶苷、酪氨酸、黄嘌呤或次黄嘌呤。不产吲哚和 H_2S，甲基红和 V-P 反应为阴性。精氨酸双水解酶、鸟氨酸脱羧酶和赖氨酸脱羧酶为阴性。利用下列碳源产酸：D-果糖、D-葡萄糖、D-核糖和海藻糖。不能利用下列碳源产酸：D-阿拉伯糖、D-苦杏仁苷、熊果苷、纤维二糖、L-瓜氨酸、DL-甲硫氨酸、D-半乳糖、半乳糖醇、甘油、肌醇、菊糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、山梨醇、蔗糖、木糖醇或 D-木糖。利用下列化合物作为唯一碳源和能源：果糖、D-葡萄糖、麦芽糖、核糖、蔗糖、海藻糖、七叶苷、松三糖、丁醇、肌醇、木糖醇、乙酸盐、苯甲酸盐、乙醇酸盐、富马酸盐、甘油和马尿酸盐。不能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：淀粉、D-阿拉伯糖、纤维二糖、D-岩藻糖、D-半乳糖、乳糖、D-甘露糖、蜜二糖、棉籽糖、D-木糖、水杨苷、半乳糖醇、D-甘露醇、丙醇、D-山梨醇、甲醇、柠檬酸盐、甲酸盐、丙酸盐、琥珀酸盐、戊酸盐、苹果酸盐和酒石酸盐。能利用下列化合物作为唯一碳源、氮源和能源：L-丙氨酸、谷氨酰胺、L-赖氨酸和 L-苏氨酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$（44.7%）、iso-$C_{16:0}$（21.4%）和 anteiso-$C_{17:0}$（15.9%）。主要极性脂包括磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、5 种磷脂和一种未知的糖脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44.1 mol%。该菌株与 *L. salicampi* SF-20^T 和 *L. salinarum* AHS-1^{T}16S rRNA 同源性分别为 96.8%和 96.4%，与 *L. salicampi* DSM 16425^T 的 DNA-DNA 杂交关联度为 28%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tagagtttga  tcatggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61    cgcgggaagc  agcgggtcgc  ccttcggggc  gcaccccctgt  ggaacgagcg  gcggacgggt
121   gagtaacacg  tgggcaacct  gcctgtaaga  ctgggataac  tcgcggaaac  gcgagctaat
181   accggataat  gctcgtggtt  gcatgatcac  aagctgaaag  gcggcctctg  gctgccactt
241   acagatgggc  ccgcggcgca  ttagctagtt  ggtaaggtaa  gagcttacca  aggcgacgat
301   gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca  cactgggact  gagacacggc  ccagactcct
361   acgggaggca  gcagtaggga  atcatccgca  atggacgaaa  gtctgacggt  gcaacgccgc
421   gtgagtgatg  aaggttttcg  gatcgtaaaa  ctctgttgtc  agggaagaac  acgtgctgtt
481   cgaacaggac  agcatcttga  cggtacctga  ccagaaagcc  ccggctaact  acgtgccagc
541   agccgcggta  atacgtaggg  ggcaagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgc
601   aggcggtctt  ttaagtctga  tgtgaaatcc  cgcggctcaa  ccgcgggcgg  tcattggaaa
661   ctggaggact  tgagtgcaga  agaggagagt  ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta
721   gagatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc  gactctctgg  tctgtaactg  acgctgaggt
781   gcgaaagcat  gggtagcgaa  caggattaga  taccctggta  gtccatgccg  taaacgatga
841   gtgctaggtg  ttaggggggtt  tccacccctt  agtgctgaag  ttaacgcaat  aagcactccg
901   cctggggagt  acggccgcaa  ggctgaaact  caaaagaatt  gacgggggcc  cgcacaagcg
```

961	gtggagcatg	tggtttaatt	cgaagcaacg	cgaagaacct	taccaggtct	tgacatcctc
1021	tgacagcggt	agagataccg	tgttcccttc	ggggacagag	tgacaggtgg	tgcatggttg
1081	tcgtcagctc	gtgtcgtgag	atgttgggtt	aagtcccgta	acgagcgcaa	cccttgatct
1141	tagttgccag	cattgagttg	ggcactctaa	ggtgactgcc	ggtgacaaac	cggaggaagg
1201	cggggatgac	gtcaaatcat	catgcccctt	atgacctggg	ctacacacgt	gctacaatgg
1261	atggaacaaa	gggcagcgaa	gccgtgaggt	gtagcaaatc	ccataaaacc	attcccagtt
1321	cggattgcag	gctgcaactc	gcctgtatga	agccggaatc	gctagtaatc	gcggatcagc
1381	atgccgcggt	gaatacgttc	ccgggccttg	tacacaccgc	ccgtcacacc	acgagagttg
1441	gcaacacccg	aagtcggtga	ggtaaccttt	ggagccagcc		

360. *Lentibacillus salarius*（盐沉积物慢生芽胞杆菌）

【种类编号】1-26-8。*Lentibacillus salarius* Jeon et al.，2005，sp. nov.（盐沉积物慢生芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BH139 = DSM 16459 = KCTC 3911。**★16S rRNA 基因序列号：**AY667493。**★种名释意：***salarius* 为盐之意，因模式菌株分离自盐湖沉积物，故其中文名称为盐沉积物慢生芽胞杆菌（L. masc. adj. *salarius*，of/or belonging to，salt，because of the isolation of this micro-organism from saline sediment）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $BH139^T$ 是从我国新疆盐湖沉淀物中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.2～0.3）μm ×（1.5～3.0）μm］、严格好氧、以鞭毛运动。添加 10% NaCl 的 MA 培养基上形成的菌落呈奶油色、低凸、圆形及光滑。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～50℃、6.0～8.5 和 1%～20%，最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30～35℃、7.0～7.5 和 12%～14%。无 NaCl 或 NaCl 浓度高于 20% 时菌株不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。能水解七叶苷，不能水解尿素、L-酪氨酸、次黄嘌呤、酪蛋白、淀粉、吐温 80 和黄嘌呤。利用下列碳源产酸：D-木糖、D-核糖、甘油、D-葡萄糖、麦芽糖、D-海藻糖、L-阿拉伯糖、α-D-乳糖、D-甘露醇、D-果糖及 D-甘露糖。不能利用下列碳源产酸：鼠李糖、核糖醇、棉籽糖、熊果苷、D-水杨苷或 D-蜜二糖。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。极性脂为二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{14:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 43 mol%，该菌株与 *L. salicampi* KCCM 41560^T 和 *L. juripiscarius* JCM 12147^T 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 96.9% 和 95.5%。16S rRNA 基因序列如下。

1	atgcaagtcg	agcgcgggaa	gcaaactgaa	atcttcggat	ggatgtttgt	ggaacgagcg
61	gcggacgggt	gagtaacacg	tgggcaacct	gcctgtaaga	ccgggataac	tcgcggaaac
121	gcgagctaat	accggataac	acttctcatc	gcatgacgag	gagttgaaag	gcggcatcag
181	ctgtcactta	cagatgggcc	cgcggcgcat	tagttagttg	gtggggtaag	agctcaccaa
241	ggcaacgatg	cgtagccgac	ctgagagggt	gatcggccac	actgggactg	agacacggcc
301	cagactccta	cgggaggcag	cagtagggaa	tcatccgcaa	tggacgaaag	tctgacggtg
361	caacgccgcg	tgagcgaaga	aggttttcgg	atcgtaaagc	tctgttgtca	gggaagaaca
421	tgtactgttc	gaacagggca	gtaccttgac	ggtacctgac	cagaaagccc	cggctaacta
481	cgtgccagca	gccgcggtaa	tacgtagggg	gcaagcgttg	tccggaatta	ttgggcgtaa
541	agggcgcgca	ggcggtcttt	taagtctgat	gtgaaagccc	gcggcttaac	cgcggttggt

```
601   cattggaaac  tggaggactt  gagtgcagaa  gaggagagtg  gaattccacg  tgtagcggtg
661   aaatgcgtag  agatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaagcg  actctctggt  ctgtaactga
721   cgctgaggcg  cgaaagcgtg  ggtagcgaac  aggattagat  accctggtag  tccacgccgt
781   aaacgttgag  tgctaggtgt  tagggggttt  ccacccсttt  gtgctgaagt  taacgcatta
841   agcactccgc  ctggggagta  cggccgcaag  gctgaaactc  aaaagaattg  acgggggccc
901   gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc  gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt
961   gacatcctct  gatggcggta  gagataccgt  gttcccttcg  gggacagagt  gacaggtggt
1021  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga  tgttgggtta  agtcccgtaa  cgagcgcaac
1081  ccttaatctt  agttgccagc  attaagttgg  gcactctaag  gtgactgccg  gtgacaaacc
1141  ggaggaaggc  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgtg
1201  ctacaatgga  tggaacaaag  ggcagcgaag  ccgtgaggtg  aagcaaatcc  cataaaacca
1261  ttcccagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg  cctgtatgaa  gccggaatcg  ctagtaatcg
1321  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc  cgggccttgt  tcacaccgcc  cgtcacacca
1381  cgagagttgg  caacacccga  agtc
```

361. *Lentibacillus salicampi*（盐田慢生芽胞杆菌）

【种类编号】1-26-9。*Lentibacillus salicampi* Yoon et al.，2002，sp. nov.（盐田慢生芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SF-20 = JCM 11462 = KCCM 41560。**★16S rRNA 基因序列号：**AY057394。**★种名释意：***salicampi* 中 *sal* 为盐之意，*campus* 为田之意，故其中文名称为盐田慢生芽胞杆菌（L. n. *sal salis*，salt；L. n. *campus*，field；N.L. gen. n. *salicampi*，of a salt field）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SF-20^T 是从韩国盐田中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.7）μm ×（2.0～4.0）μm］、革兰氏染色可变、好氧、以单鞭毛运动。添加 3.1% NaCl 的 MA 培养基上培养 7 d 形成的菌落直径为 1～2 mm。**★生理特性：**生长温度是 15～40℃，最适生长温度是 30℃，在 10℃或高于 41℃时菌株不生长；最适生长 pH 是 6.0～8.0，pH 为 5 时菌株不生长；最适生长 NaCl 浓度是 4%～8%，23% NaCl 浓度下能生长，无 NaCl 和浓度高于 24%条件下，菌株不生长。添加有 3.1% NaCl 的 MA 培养基厌氧条件下不生长。**★生化特性：**能水解酪蛋白和吐温 80，不能水解七叶苷、次黄嘌呤、淀粉、酪氨酸和黄嘌呤。利用水苏糖产酸，但不能利用下列碳源产酸：核糖醇、L-阿拉伯糖、D-纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-松三糖、蜜二糖、肌醇、D-棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-山梨醇、蔗糖、D-海藻糖或 D-木糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。极性脂包含磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。细胞的主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 44 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagca  gacaaacgcc
61    cttcggggcg  tgcgcctgtg  gaacgagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaaccta
121   cctgtnagac  tgggataact  cgtggaaacg  cgagctaata  ccggataaca  cttctggctg
181   catggccggg  agttgaaagg  cggcataagc  tgcgcactca  cagatgggcc  cgcggcgcat
241   tagttagttg  gtgaggtaag  agctcaccaa  ggccacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
```

301	gatcggccac	actgggactg	agacacggcc	cagactccta	cgggaggcag	cagtagggaa
361	tcatccgcaa	tggacgaaag	tctgacggtg	caacgccgcg	tgagtgatga	agattttcgg
421	atcgtaaaac	tctgttgtca	gggaagaaca	cgtgctgttc	gaataggaca	gtaccttgac
481	ggtacctgac	cagaaagccc	cggctaacta	cgtgccagca	gccgcggtaa	tacgtagggg
541	gcaagcgttg	tccggaatta	ttgggcgtaa	agcgcgcgca	ggcggtcttt	taagtctgat
601	gtgaaatccc	gcggctcaac	cgcgggtggt	cattggaaac	tggaggactt	gagtgcagaa
661	gaggagagtg	gaattccacg	tgtagcggtg	aaatgcgtag	agatgtggag	gaacaccagt
721	ggcgaaggcg	actctctggt	ctgtaactga	cgctgaggtg	cgaaagcgtg	ggtagcgaac
781	aggattagat	accctggtag	tccacgccgt	aaacgatgag	tgctaggtgt	tagggggttt
841	ccacccсttt	gtgctgaagt	taacgcatta	agcactccgc	ctggggatta	cggccgcaag
901	gctgaaactc	aaaagaattg	acgggggccc	gcacaagcgg	tggagcatgt	ggtttaattc
961	gaagcaacgc	gaagaacctt	accaggtctt	gacatcctct	gatggcggta	gaaataccgt
1021	gttcccttcg	gggacagagt	gacaggtggt	gcatggttgt	cgtcagctcg	tgtcgtgaga
1081	tgttgggtta	agtcccgtaa	cgagcgcaac	ccttaatctt	agttgccagc	attcagttgg
1141	gcactctaag	gtgactgccg	gtgacaaacc	ggaggaaggc	ggggatgacg	tcaaatcatc
1201	atgcccctta	tgacctgggc	tacacacgtg	ctacaatgga	tggaacaaag	ggcagcgaag
1261	ccgcaaggtg	cagcaaatcc	cataaaacca	ttcccagttc	ggattgcagg	ctgcaactcg
1321	cctgtatgaa	gccggaatcg	ctagtaatcg	cggatcagca	tgccgcggtg	aatacgttcc
1381	cgggccttgt	acacaccgcc	cgtcacacca	cgagagttgg	caacacccga	agtcggtgag
1441	gtaaccttat	ggagccagcc	gccgaaggtg	gggccaatga	ttggggtgaa	gtcgtaacaa
1501	ggtagccgta	tcggaaggtg	c			

362. *Lentibacillus salinarum*（盐场慢生芽胞杆菌）

【种类编号】1-26-10。*Lentibacillus salinarum* Lee et al.，2008，sp. nov.（盐场慢生芽胞杆菌）。**★模式菌株：**AHS-1 = CCUG 5482T = KCTC 1316T。**★16S rRNA 基因序列号：**EF601571。**★种名释意：***salinarum* 为晒盐场之意，故其中文名称为盐场慢生芽胞杆菌（L. gen. pl. n. *salinarum*，of salt-works）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 AHS-1^{T} 是从韩国海洋盐场中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.7～1.2）μm ×（2.0～4.0）μm］、革兰氏阳性、兼性厌氧、以周生鞭毛运动。MSG 琼脂培养基上 37℃培养 4 d 后形成的菌落直径为 0.5～1.2 mm、圆形、微凸、光滑、全缘、奶油-黄色。**★生理特性：**生长温度是 15～45℃，最适生长温度是 37～40℃，10℃和 46℃条件下菌株不生长；最适的生长 pH 是 6.5～7.0，pH 为 6 时菌株能生长，pH 为 5.5 时菌株不生长；最适生长的 NaCl 浓度是 10%～12%，NaCl 浓度在 24%时菌株能生长，但在无 NaCl 或浓度高于 25%时菌株不生长。添加硝酸钾的 MSG 琼脂培养基厌氧条件下菌株能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。脲酶为阴性。能水解次黄嘌呤、黄嘌呤和酪氨酸。由下列物质产酸：D-葡萄糖、D-半乳糖（弱）和 D-核糖。但不能由下列物质产酸：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、水杨苷、蔗糖、海藻糖、D-木糖。甘露醇和山梨醇。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨酸庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$，主要极性脂包括磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和两个未知糖脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 49.0 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育学分析显示该

菌株属于慢生芽胞杆菌属，与 *L. salarius* 的 16S rRNA 基因序列同源性为 97.0%，与慢生芽胞杆菌属的同源性为 95.0%～96.7%，与 *L. salarius* KCTC 3911^{T} 的 DNA-DNA 杂交关联度为 8.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagca  ggcagatccc
61    cttcgggggt  gatgcctgtg  gaacgagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaaccta
121   cctgtaagat  cgggataact  cgtggaaacg  cgagctaata  ccggataata  tatctcttcg
181   catgaagcgg  tattgaaaga  cggcctctgg  ctgtcactta  cagatgggcc  cgcggcgcat
241   tagttagttg  gtaaggtaaa  agcttaccaa  ggccacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
301   gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa
361   tcatccgcaa  tggacgaaag  tctgacggtg  caacgccgcg  tgagtgaaga  aggttttcgg
421   atcgtaaaac  tctgttgtca  gggaagaaca  cgtgctgttc  aaacaggaca  gcatcttgac
481   ggtacctgac  cagaaagccc  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtagggg
541   gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agggcgcgca  ggcggtcttt  taagtctgat
601   gtgaaagccc  gcggcttaac  cgcggtcggt  cattggaaac  tggaggactt  gagtgcagaa
661   gaggagagtg  gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  agatgtggag  gaacaccagt
721   ggcgaaggcg  actctctggt  ctgtaactga  cgctgaggcg  cgaaagcgtg  ggtagcgaac
781   aggattagat  accctggtag  tccacgccgt  aaacgttgag  tgctaggtgt  taggggggttt
841   ccgccccttt  gtgctgaagt  taacgcatta  agcactccgc  ctggggagta  cggccgcaag
901   gctgaaactc  aaaagaattg  acgggggccc  gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc
961   gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt  gacatcctct  gatggcggta  gagataccgt
1021  gttcccttcg  gggacagagt  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga
1081  tgttgggtta  agtcccgtaa  cgagcgcaac  ccttgatctt  agttgccagc  attaagttgg
1141  gcactctaag  gtgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggc  ggggatgacg  tcaaatcatc
1201  atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatgga  tggaacaaag  ggcagcgaag
1261  ccgtgaggtg  aagcaaatcc  cataaaacca  ttcccagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg
1321  cctgtatgaa  gccggaatcg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc
1381  cgggccttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttgg  caacacccga  agtcggtgag
1441  gtaacctttt  ggagccagcc  gccgaaggtg  gggccaatga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa
1501  ggtagccgta  tcggaaggtg  c
```

363. *Lentibacillus salis*（盐慢生芽胞杆菌）

【种类编号】1-26-11。*Lentibacillus salis* Lee et al.，2008，sp. nov.（盐慢生芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BH113 = DSM 16817 = KCTC 3936。**★16S rRNA 基因序列号：**AY762976。**★种名释意：***salis* 为盐之意，故其中文名称为盐慢生芽胞杆菌（L. gen. n. *salis*，of salt）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BH113^{T} 是从我国新疆盐湖中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.6）μm ×（0.8～2.5）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、以周生鞭毛运动，形成芽胞、单生、端生、球形、胞囊膨大。含有 10% NaCl 的 MA 培养基上形成的菌落呈浅黄色、低凸、圆形。**★生理特性：**生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 20～45℃、7.0～9.2 和 5%～15%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 37℃、8.0 及 10%。**★生化特性：**硝酸钠被还原成亚硝酸钠。不能水解尿素、L-酪氨酸、次黄嘌呤、酪蛋白、淀粉、吐温 80、七叶苷、明胶、DNA 和黄嘌呤。能利用下列化合物作为碳源：D-葡萄糖、海

藻糖、D-木糖、D-甘露醇、D-果糖、D-核糖（弱）、鼠李糖（弱）。甘油（弱）、乳糖（弱）、核糖醇（弱）、熊果苷（弱）和 D-甘露糖（弱）。但不能利用下列物质作为碳源：麦芽糖、D-阿拉伯糖、棉籽糖、水杨苷和蜜二糖。利用下列碳源产酸：熊果苷、核糖醇、D-果糖、海藻糖和 D-木糖。利用 D-葡萄糖和 D-甘露糖产酸弱。但不能利用下列碳源产酸：纤维二糖、D-半乳糖、甘油、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、棉籽糖、D-核糖、水杨苷或蔗糖。**★化学特性：**肽聚糖类型是 A1γ，含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要极性脂包括磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 46.2 mol%。该菌株与 *L. lacisalsi* KCTC 3915^{T}、*L. juripiscarius* JCM 12147^{T}和 *L. kapialis* JCM 12580^{T} 16S rRNA 同源性分别为 96.7%、96.3%和 96.1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cccccgtca   gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagca
61    ggctgatccc  ttcggggtga  tgcctgtgga  acgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg
121   gcaacctgcc  tgtaagattg  ggataacccc  gggaaaccgg  ggctaatacc  ggatgaaaca
181   tcgcatcgca  tgatgtggtg  ttgaaaggcg  gctccggctg  ccacttacag  atgggcccgc
241   gccgcattag  ttagttggtg  aggtaagagc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg
301   agagggtgat  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag
361   tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg
421   tcttcggatc  gtaaaactct  gttgtcaggg  aagaacaagt  gctgttcgaa  cagggcggca
481   ccttgacggt  acctgaccag  aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac
541   gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggtcctttaa
601   gtctgatgtg  aaatctcgtg  gcttaaccgc  gagctgtcat  tggaaactgg  gggacttgag
661   gacagaagag  gagagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa
721   caccagtggc  gaaggcgact  ctctggtctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggt
781   agcgaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgttgagtgc  taggtgttaa
841   ggggcttcca  ccccttagtg  ctgaagttaa  cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgg
901   ccgcaaggct  gaaactcaaa  agaattgacg  ggggcccgca  caagcggtgg  agcatgtggt
961   ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atcctctgat  gacggtagag
1021  ataccgtgtt  cccttcgggg  acagagtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt
1081  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgtaacga  gcgcaaccct  tgatcttagt  tgccagcatt
1141  cagttgggca  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca
1201  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg  tacaaagggc
1261  agcgaagccg  tgaggtgaag  caaatcccat  aaaaccattc  ccagttcgga  ttgcaggctg
1321  caactcgcct  gtatgaagcc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat
1381  acgttcccgg  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagttggcaa  cacccgaagt
1441  cggtggggta  acctttttgg  agccagccgc  cgaaggtggg  gccaatgatt  ggggtgaagt
1501  ctaaaccaag  gtaaccaa
```

二十七、赖氨酸芽胞杆菌属（*Lysinibacillus*）

【属特征描述】细胞杆状、能运动。芽胞球形或椭圆形，端生，胞囊膨大。过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不产吲哚和 H_2S。不能还原硝酸盐。β-半乳糖苷酶为阴性。细胞主

要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。细胞壁肽聚糖中含特征氨基酸 Lys-Asp，为 A4α 型。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和茚三酮反应阳性的磷酸糖脂，有些种类不含磷脂酰乙醇胺。DNA 的 G+C 含量为 35 mol%～38 mol%。模式种为 *Lysinibacillus boronitolerans*。**★属名释意：***Lysinibacillus* 中 *lysinum* 为赖氨酸（细胞壁含 Lys-Asp 型肽聚糖）之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为赖氨酸芽胞杆菌属（N.L. n. *lysinum*，lysine；L. masc. n. *bacillus*，a small staff or rod；N.L. masc. n. *Lysinibacillus*，lysine bacillus，referring to the presence of the Lys-Asp type of peptidoglycan in the cell wall）。

364. *Lysinibacillus boronitolerans*（耐硼赖氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-27-1。*Lysinibacillus boronitolerans* Ahmed et al.，2007，sp. nov.（耐硼赖氨酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**10a = ATCC BAA-1146 = DSM 17140 = IAM 15262 = JCM 21713 = NBRC 103108。**★16S rRNA 基因序列号：**AB199591。**★种名释意：***boronitolerans* 中 *boron -onis* 为硼之意，*tolerans* 为忍耐之意，故其中文名称为耐硼赖氨酸芽胞杆菌（N.L. n. *boron -onis*，boron；L. part. adj. *tolerans*，tolerating；N.L. part. adj. *boronitolerans*，boron-tolerating）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $10a^T$ 是从日本东京大学实验室采集的土壤中分离出来的。**★形态特征：**细胞杆状［（3.0～5.0）μm ×（0.8～1.5）μm］、革兰氏阳性、硼忍受型、能动。菌株在 NA（pH 7.0）平板上 37℃培养 2 d 后形成的菌落直径为 2～3 mm、呈圆形、扁平/凸起、不透明、奶油状。**★生理特性：**生长的温度、pH、NaCl 浓度分别是 16～45℃、5.5～9.5 和 0～5%；最适的生长温度为 37℃，高于 50℃时菌株不生长，低于 16℃时菌株生长缓慢；最适生长 pH 是 7.0～8.0，pH 为 5.0 时菌株不生长，pH 为 7.5 时菌株生长很快；在添加或未添加硼或 NaCl 的海洋琼脂 2216、TSB 和 NA 平板上菌株能生长。模式菌株耐下列抗生素：林肯霉素、黏菌素、磺胺甲二唑、奥索利酸、夫西地酸和甲硝唑（ATB-VET）。**★生化特性：**V-P 反应、脲酶、L-精氨酸双水解酶、色氨酸脱氨酶和柠檬酸利用为阳性。不能水解明胶，L-赖氨酸和 L-鸟氨酸脱羧酶为阴性。利用下列物质产酸：N-乙酰-D-氨基葡萄糖、D-木糖（弱）和七叶苷（弱）（API 50CH），不能利用 API 20E 系统中的碳水化合物产酸。能氧化下列化合物：D-丙氨酸、糖原、D-核糖、D-己酮糖、肌苷、L-丙氨酸、L-丙氨酰甘氨酸、β-氨环糊精、2-氨基乙醇、L-组氨酸、L-亮氨酸、L-鸟氨酸、L-脯氨酸、L-苏氨酸、乙酸、甘氨酰 L-谷氨酸、L-乳酸、L-苹果酸、L-谷氨酸、2′-脱氧腺苷、L-丝氨酸、丙酮酸、甲基丙酮酸、TMP、单甲琥珀酸、UMP、丙酸、丙酸胺、腺苷、AMP、乳酰胺、L-天冬酰胺、胸苷、尿苷、α-冬羟基丁酸、α-酮基戊酸、溴代丁二酸、顺乌头酸、柠檬酸、DL-乳酸、甲酸、葡萄糖酸、氨基乙酰基-L-天冬氨酸、赤藓糖醇、L-天冬氨酸和 α-冬戊酮酸。α-胰凝乳蛋白酶和酯酶（C8）的活性强，碱性磷酸酶、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、酸性磷酸酶、缬氨酸芳基酰胺酶和萘酚-AS-BI-磷酸水解酶（API ZYM）的活性弱。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含有特征氨基酸 *meso*-二氨基庚二酸。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和茚三酮反应阳性的磷酸糖脂。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（32%）、anteiso-$C_{15:0}$（21%）、iso-$C_{16:0}$（11%）、anteiso-$C_{17:0}$（11%）、$C_{16:1\ \omega7c}$ alcohol（8%）、iso-$C_{17:0}$（6%）和 iso-$C_{14:0}$（2%）。

★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 36.5 mol%。16S rRNA 基因序列的比较分析显示，该菌株与 *B. fusiformis* DSM 2898^T（97.2%）和 *B. sphaericus* DSM 28^T（96.9%）亲缘关系很近，与 *B. fusiformis* DSM 2898^T 和 *B. sphaericus* IAM 13420^T 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 61.1%和 43.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       ccccccgtca  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagca
61      ggctgatccc  ttcggggtga  tgcctgtgga  acgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg
121     gcaacctgcc  tgtaagattg  ggataacccc  gggaaaccgg  ggctaatacc  ggatgaaaca
181     tcgcatcgca  tgatgtggtg  ttgaaaggcg  gctccggctg  ccacttacag  atgggcccgc
241     gccgcattag  ttagttggtg  aggtaagagc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg
301     agagggtgat  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag
361     tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg
421     tcttcggatc  gtaaaactct  gttgtcaggg  aagaacaagt  gctgttcgaa  cagggcggca
481     ccttgacggt  acctgaccag  aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac
541     gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggtcctttaa
601     gtctgatgtg  aaatctcgtg  gcttaaccgc  gagctgtcat  tggaaactgg  gggacttgag
661     gacagaagag  gagagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa
721     caccagtggc  gaaggcgact  ctctggtctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggt
781     agcgaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgttgagtgc  taggtgttaa
841     ggggcttcca  ccccttagtg  ctgaagttaa  cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgg
901     ccgcaaggct  gaaactcaaa  agaattgacg  ggggcccgca  caagcggtgg  agcatgtggt
961     ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atcctctgat  gacggtagag
1021    ataccgtgtt  cccttcgggg  acagagtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt
1081    cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgtaacga  gcgcaaccct  tgatcttagt  tgccagcatt
1141    cagttgggca  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca
1201    aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg  tacaaagggc
1261    agcgaagccg  tgaggtgaag  caaatcccat  aaaaccattc  ccagttcgga  ttgcaggctg
1321    caactcgcct  gtatgaagcc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat
1381    acgttcccgg  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagttggcaa  cacccgaagt
1441    cggtggggta  acctttttgg  agccagccgc  cgaaggtggg  gccaatgatt  ggggtgaagt
1501    ctaaaccaag  gtaaccaa
```

365. *Lysinibacillus chungkukjangi*（清国酱赖氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-27-2。*Lysinibacillus chungkukjangi* Kim et al.，2013，sp. nov.（清国酱赖氨酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**2RL3-2 = KACC 16626 = NBRC 108948。**★16S rRNA 基因序列号：**JX217747。**★种名释意：种名中** *chungkukjangi* 为韩国一种传统的发酵食品清国酱的名称，故其中文名称为清国酱赖氨酸芽胞杆菌（N.L. gen. n. *chungkukjangi*，of chungkukjang，a traditional Korean fermented food）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 2RL3-2^T 是从传统韩式大豆发酵食品清国酱中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［1.0μm ×（2.0～4.5）μm］、革兰氏阳性、需氧，芽胞圆形、末端生、胞囊膨大。TSA 培养基上菌落深棕色、圆形、凸起、不透明。**★生理特性：**能在 TSA、LB、NA 加入 R2A 上生长，不能在麦康凯培养基上生长。生长条件为 10～

45℃（最适为 30℃）、pH 6～9（最适为 pH 7.0）和 0～3%（w/v）NaCl（最适为 0%）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解七叶苷和明胶。硝酸盐还原、产吲哚、葡萄糖发酵、脲酶和精氨酸脱羧酶为阴性。能利用葡萄糖酸钾和苹果酸，不能利用 N-乙酰葡萄糖胺、己二酸、L-阿拉伯糖、D-葡萄糖、D-麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、苯丙氨酸和柠檬酸钠。能水解 DNA 但不能水解几丁质、羧甲基纤维素、黄嘌呤。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖为含 L-Lys-D-Asp 的 A4α 型。主要呼吸醌是 MK-7。主要极性脂是二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、一个未知磷脂和两个未知脂质。脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（47.3%）、iso-$C_{16:0}$（16.3%）和 anteiso-$C_{17:0}$（11.3%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.8 mol%。该菌株与 *L. sinduriensis* BLB-1^T、*L. massiliensis* 4400831^T、*L. xylanilyticus* XDB9^T 的 16S rRNA 同源性分别为 99.0%、97.1%和 97.0%，DNA-DNA 杂交关联度均低于（43±4）%、（34±6）%和（26±2）%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggctcaggac  gaacgctggc  ggcgtgccta  atacatgcaa  gtcgagcgga  ctttagaaaa
61    gcttgctttt  ctaaagttag  cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtgggcaac  ctgccctata
121   gttggggata  actccgggaa  accggggcta  ataccgaata  atacattcct  tctcctgttg
181   gaatgttgaa  agatggttta  cgctatcgct  ataggatggg  cccgcggcgc  attagctagt
241   tggtgaggta  acggctcacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg  gtgatcggcc
301   acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttccac
361   aatgggcgaa  agcctgatgg  agcaacgccg  cgtgagtgaa  gaaggttttc  ggatcgtaaa
421   actctgttgt  aagggaagaa  caagtacagt  agtaactggc  tgtaccttga  cggtacctta
481   ttagaaagcc  acggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggt  ggcaagcgtt
541   gtccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgc  aggtggtcct  ttaagtctga  tgtgaaagcc
601   cacggctcaa  ccgtggaggg  tcattggaaa  ctggggggact  tgagtgcaga  agaggaaagt
661   ggaattccaa  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatttgga  ggaacaccag  tggcgaaggc
721   gactttctgg  tctgtaactg  acactgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcaaa  caggattaga
781   taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaagtg  ttagggggtt  tccgcccctt
841   agtgctgcag  ctaacgcatt  aagcactccg  cctggggagt  acggtcgcaa  gactgaaact
901   caaaggaatt  gacgggggcc  cgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt  cgaagcaacg
961   cgaagaacct  taccaggtct  tgacatccca  ttgaccgcta  tggagacata  gctttccctt
1021  cggggacagt  ggtgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg
1081  ttaagtcccg  caacgagcgc  aacccttgtt  cttagttgcc  atcatttagt  tgggcactct
1141  aaggagactg  ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccc
1201  ttatgacctg  ggctacacac  gtgctacaat  ggacggtaca  aacggttgcc  aacccgcgag
1261  ggggagctaa  tccgataaaa  ccgttctcag  ttcggattgt  aggctgcaac  tcgcctacat
1321  gaagccggaa  tcgctagtaa  tcgcggatca  gcatgccgcg  gtgaatacgt  tcccgggcct
1381  tgtacacacc  gcccgtcaca  ccacgagagt  ttgtaacacc  cgaagccggt  ggggtaaccc
1441  ttttgggagc  cagccgtcga  aggtgggaca  gatgattggg  gtgaagtcgt  aac
```

366. *Lysinibacillus contaminans*（污染赖氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-27-3。*Lysinibacillus contaminans* Kämpfer et al.，2013，sp. nov.（污染赖氨酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**FSt3A = CCM 8383 = DSM 25560 = CIP 110362。**★16S rRNA 基因序列号：**KC254732。**★种名释意：***contaminans* 为污染之意，故其中文名称为

污染赖氨酸芽胞杆菌（L. part. adj. *contaminans*，contaminating，polluting，isolated as a contaminant from an agar plate）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 FSt3A^T 是从地表水肠细菌富集物的污染物中分离得到的。★**形态特征：**细胞杆状［（2.0～3.0）μm×（0.8～1.0）μm］、不运动、革兰氏阳性或不定。芽胞很少、球形、末端生。TSA 培养基培养 48 h 后，菌落直径为 2～3 mm，圆形、凸起、米色带有光泽的外观。★**生理特性：**生长温度为 15～45℃（最适为 30℃），生长 pH 为 6.5～10.5（最适为 7～8），耐盐性为 1%～7% NaCl（w/v）。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。明胶水解、V-P 反应为阳性。产吲哚和 H_2S、β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶、柠檬酸盐利用、淀粉和酪蛋白水解为阴性。不能利用下列物质产酸：N-乙酰-D-葡萄糖胺、D-葡萄糖、乳糖、蔗糖、D-甘露醇、半乳糖醇、水杨苷、D-核糖醇、D-山梨醇、L-阿拉伯糖、棉籽糖、L-鼠李糖、麦芽糖、D-木糖、海藻糖、纤维二糖、赤藓糖醇、蜜二糖、D-阿糖醇或 D-甘露糖。脲酶为弱阳性。不能利用以下化合物作为唯一碳源和能源：L-阿拉伯糖、熊果苷、纤维二糖、富马酸盐、D-果糖、D-葡萄糖、D-半乳糖、葡萄糖酸盐、麦芽糖、L-鼠李糖、蔗糖、水杨苷、海藻糖、D-木糖、肌醇、D-麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-山梨醇、苹果酸盐，丙酮酸盐、D-核糖醇、蜜二糖、棉籽糖、核糖、腐胺、乙酸盐、丙酸盐、顺-乌头酸、反-乌头酸、己二酸盐、4-氨基丁酸、壬酸盐、柠檬酸盐、衣康酸、2-酮戊二酸和中康酸。★**化学特性：**细胞壁含有丙氨酸、谷氨酸、天冬氨酸和特征氨基酸赖氨酸，它们的分子比为 1.6∶1∶0.9∶0.8（为 A4α 型）。主要呼吸醌是 MK-7 和 MK-6。极性脂由二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油、4 种未知磷脂、一种氨基磷脂和一种未知氨基脂质。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。★**分子特性：**该菌株与 *L. xylanilyticus* XDB9^T、*L. parviboronicapiens* BAM-582^T 和 *L. sphaericus* DSM28^T 的 16S rRNA 序列同源性分别为 98.1%、98.0%和 98.0%。该菌株与赖氨酸芽胞杆菌属的其他菌种间的 16S rRNA 基因序列同源性低于 97.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctaatacatg  caagtcgagc  gaattgatga  agaagcttgc  ttcttctgat  gttagcggcg
61    gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctacc  ttatagtttg  ggataactcc  gggaaaccgg
121   ggctaatacc  gaataatcta  tttcctctca  tggggaaata  ctaaaagacg  gtttcggctg
181   tcgctataag  atgggcccgc  ggcgcattag  ctagttggtg  aggtaacggc  tcaccaaggc
241   aacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag
301   actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccacaatgg  gcgaaagcct  gatggagcaa
361   cgccgcgtga  gtgaagaagg  atttcggttc  gtaaaactct  gttgtaaggg  aagaacaagt
421   acagtagtaa  ctggctgtac  cttgacggta  ccttattaga  aagccacggc  taactacgtg
481   ccagcagccg  cggtaatacg  taggtggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg
541   cgcgcaggtg  gttctttaag  tctgatgtga  aagcccacgg  ctcaaccgtg  gagggtcatt
601   ggaaactggg  gaacttgagt  gcagaagagg  atagtggaat  tccaagtgta  gcggtgaaat
661   gcgtagagat  ttggaggaac  accagtggcg  aaggcgacta  tctggtctgt  aactgacact
721   gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac
781   gatgagtgct  aagtgttggg  gggtttccgc  ccctcagtgc  tgcagctaac  gcattaagca
841   ctccgcctgg  ggagtacggt  cgcaagactg  aaactcaaag  gaattgacgg  gggcccgcac
901   aagcggtgga  gcatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca
```

961	tcccattgac	cactgtagag	atacagtttt	cccttcgggg	acaacggtga	caggtggtgc
1021	atggttgtcg	tcagctcgtg	tcgtgagatg	ttgggttaag	tcccgcaacg	agcgcaaccc
1081	ttgatcttag	ttgccatcat	ttagttgggc	actctaaggt	gactgccggt	gacaaaccgg
1141	aggaaggtgg	ggatgacgtc	aaatcatcat	gccccttatg	acctgggcta	cacacgtgct
1201	acaatggacg	atacaaacgg	ttgccaaccc	gcgagggggga	gctaatccga	taaagtcgtt
1261	ctcagttcgg	attgtaggct	gcaactcgcc	tacatgaagc	cggaatcgct	agtaatcgtg
1321	gatcagcatg	ccacggtgaa	tacgttcccg	ggccttgtac	acaccgcccg	tcacaccacg
1381	agagtttgta	acacccgaag	tcggtgaggt	aacctttttgg	agccagccgc	cgaag

367. *Lysinibacillus fusiformis*（纺锤形赖氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-27-4。*Lysinibacillus fusiformis*（Priest et al.，1989）Ahmed et al.，2007，comb. nov.（纺锤形赖氨酸芽胞杆菌）=*Bacillus fusiformis*（ex Meyer and Gottheil，1901）Priest et al.，1989。**★模式菌株：**ATCC 7055 = CCUG 28888 = DSM 2898 = JCM 12229= LMG 9816 = NBRC 15717= NRRL NRS-350。**★16S rRNA 基因序列号：**AF169537。异名：*Bacillus fusiformis* Meyer and Gottheil，1901；*Aerobacillus fusiformis*（Meyer and Gottheil，1901）Pribram，1933；*Bacillus sphaericus* subsp. *Fusiformis* Smith et al.，1946。**★种名释意：***fusiformis* 中 *fusum* 为纺锤之意，*formis* 为形状之意，故其中文名称为纺锤形赖氨酸芽胞杆菌[L. n. *fusum*，spindle；L. suff. -*formis*（from L. n. forma，figure，shape，appearance），-like，in the shape of；N.L. masc. adj. *fusiformis*，spindle-shaped]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ATCC 7055^T 是从日本东京大学实验室采集的土壤中分离出来的。**★形态特征：**细胞杆状、革兰氏阳性、能运动、形成芽胞、耐硼。菌落不透明和光滑。**★生理特性：**生长温度为 17～37℃，低于 5℃和高于 50℃时均不能生存。PH 为 6.0～9.5，2%～5% NaCl 时可生长。**★生化特性：**不能还原硝酸盐。能水解酪蛋白和明胶，不能水解七叶苷和尿素。不能利用葡萄糖或其他碳水化合物产酸和产气。能利用乙酸盐、柠檬酸盐、甲酸盐、乳酸盐和琥珀酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含特征氨基酸为赖氨酸、丙氨酸、谷氨酸和天冬氨酸，它们的物质的量比为 1.81∶1.0∶0.69∶0.64。极性脂主要包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和茚三酮反应阳性的磷酸糖脂。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol 和 anteiso-$C_{17:0}$（含量>9%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35 mol%～36 mol%（T_m）。16S rRNA 基因序列如下。

1	cgaacgctgg	cggcgtgcct	aatacatgca	agtcgagcga	acagagaagg	ancttgctcc
61	tttgacgtta	gcggcggacg	ggtgagtaac	acgtgggcaa	cctaccttat	agtttgggat
121	aactcgggga	aaccggggct	aataccgaat	aatctgtttc	acctcatggt	gaaacactga
181	aagacggttt	cggctgtcgc	tataggatgg	gcccgcggcg	cattagctag	ttggtgaggt
241	aacggctcac	caaggcgacg	atgcgtagcc	gacctgagag	ggtgatcggc	cacactggga
301	ctgagacacg	gcccagactc	ctacgggagg	cagcagtagg	gaatcttcca	caatgggcga
361	aagcctgatg	gagcaacgcc	gcgtgagtga	agaaggattt	cggttcgtaa	aactctgttg
421	taagggaaga	acaagtacag	tagtaactgg	ctgtaccttg	acggtacctt	attagaaagc
481	cacggctaac	tacgtgccag	cagccgcggt	aatacgtagg	tggcaagcgt	tgtccggaat
541	tattgggcgt	aaagcgcgcg	caggtggttt	cttaagtctg	atgtgaaagc	ccacggctca
601	accgtggagg	gtcattggaa	actgggagac	ttgagtgcag	aagaggatag	tggaattcca

661	agtgtagcgg	tgaaatgcgt	agagatttgg	aggaacacca	gtggcgaagg	cgactatctg
721	gtctgtaact	gacactgagg	cgcgaaagcg	tggggagcaa	acaggattag	ataccctggt
781	agtccacgcc	gtaaacgatg	agtgctaagt	gttagggggt	ttccgcccct	tagtgctgca
841	gctaacgcat	taagcactcc	gcctggggag	tacggtcgca	agactgaaac	tcaaaggaat
901	tgacgggggc	ccgcacaagc	ggtggaacat	gtggtttaat	tcgaagcaac	gcgaagaacc
961	ttaccaggtc	ttgacatccc	gttgaccact	gtagagatat	agtttcccct	tcgggggcaa
1021	cggtgacagg	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt	gagatgttgg	gttaagtccc
1081	gcaacgagcg	caacccttga	tcttagttgc	catcatttag	ttgggcactc	taaggtgact
1141	gccggtgaca	aaccggagga	aggtggggat	gacgtcaaat	catcatgccc	cttatgacct
1201	gggctacaca	cgtgctacaa	tggacgatac	aaacggttgc	caactcgcga	gagggagcta
1261	atccgataaa	gtcgttctca	gttcggattg	taggctgcaa	ctcgcctaca	tgaagccgga
1321	atcgctagta	atcgcggatc	agcatgccgc	ggtgaatacg	ttcccgggcc	ttgtacacac
1381	cgcccgtcac	accacgagag	tttgtaacac	cc		

368. *Lysinibacillus halotolerans*（耐盐赖氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-27-5。*Lysinibacillus halotolerans* Kong et al.，2014，sp. nov.（耐盐赖氨酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**LAM612 = ACCC 00718 = JCM 19611。**★16S rRNA 基因序列号：**CP006837。**★种名释意：***halotolerans* 中 *hals* 为盐之意，*tolerans* 为耐受之意，故其中文名称为耐盐赖氨酸芽胞杆菌（ha.lo.to'le.rans. Gr. n. *hals*，*halos*，salt；L. part. adj. *tolerans*'tolerating；N.L. part. adj. *halotolerans*，salt-tolerating，referring to the organism's ability to tolerate high salt concentrations）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 LAM612^T 是从我国山东省陵县盐碱土壤样品中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.3～0.7）μm ×（1.0～2.5）μm］、需氧、耐盐、革兰氏阳性、形成芽胞，可运动。**★生理特性：**生长温度为 15～55℃（最适为 35℃），pH 为 5.0～10.0（最适 pH 为 6.0）。耐盐浓度为 0～10%（最适为 3%）。**★生化特性：**能利用 L-阿拉伯糖、吐温 40 和吐温 80、D-木糖、L-苹果酸、乙酸、丙酮酸甲酯、D-核糖、丙酮酸、α-酮戊二酸、琥珀酸、α-戊酮酸、琥珀酸单甲酯和甘油。碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶和萘酚-AS-BI-磷酸水解酶活性为阳性。能水解明胶。API 50CHB 中：只能利用七叶苷和肌醇产酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖是 A4α（L-Lys-D-Asp）。主要呼吸醌是 MK-7。主要极性脂是二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、三种未知磷脂、5 种未知糖脂和一种未知脂质。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$(40.8%)、iso-$C_{16:0}$（15.2%）和 anteiso-$C_{15:0}$（10.8%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.4 mol%（T_m）。该菌株与 *L. sinduriensis* KACC16611^T、*L. chungkukjangi* KACC16626^T、*L. massiliensis* KCTC13178^T、*L. xylanilyticus* KACC15113^T、*L. macroides* DSM54^T 和 *L. manganicus* DSM26584^T 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 98.0%、97.5%、97.4%、97.2%、97.0%和 96.5%，DNA-DNA 杂交关联度为 20.6%～41.9%。16S rRNA 基因序列如下。

1	tctataatgc	agtcgagcga	acagataagg	agcttgctcc	tttgacgtta	gcggcggacg
61	ggtgagtaac	acgtgggcaa	cctgccctat	agttggggat	aactccggga	aaccggggct
121	aataccgaat	aatacatttt	atctcctgat	gagatgttga	aagatggcat	ctagctatcg
181	ctataggatg	ggcccgcggc	gcattagcta	gttggtgagg	taacggctca	ccaaggcgac

241	gatgcgtagc	cgacctgaga	gggtgatcgg	ccacactggg	actgagacac	ggcccagact
301	cctacgggag	gcagcagtag	ggaatcttcc	acaatgggcg	aaagcctgat	ggagcaacgc
361	cgcgtgagtg	aagaaggttt	tcggatcgta	aaactctgtt	gtaagggaag	aacaagtaca
421	gtagtaactg	gctgtacctt	gacggtacct	tattagaaag	ccacggctaa	ctacgtgcca
481	gcagccgcgg	taatacgtag	gtggcaagcg	ttgtccggaa	ttattgggcg	taaagcgcgc
541	gcaggcggtc	ctttaagtct	gatgtgaaag	cccacggctc	aaccgtggag	ggtcattgga
601	aactggagga	cttgagtgca	gaagaggaaa	gtggaattcc	aagtgtagcg	gtgaaatgcg
661	tagagatttg	gaggaacacc	agtggcgaag	gcgactttct	ggtctgtaac	tgacgctgag
721	gcgcgaaagc	gtggggagca	aacaggatta	gataccctgg	tagtccacgc	cgtaaacgat
781	gagtgctaag	tgttaggggg	tttccgcccc	ttagtgctgc	agctaacgca	ttaagcactc
841	cgcctgggga	gtacggtcgc	aagactgaaa	ctcaaaggaa	ttgacggggg	cccgcacaag
901	cggtggagca	tgtggtttaa	ttcgaagcaa	cgcgaagaac	cttaccaggt	cttgacatcc
961	cattgaccgc	tatggagaca	tagttttccc	ttcggggaca	gtggtgacag	gtggtgcatg
1021	gttgtcgtca	gctcgtgtcg	tgagatgttg	ggttaagtcc	cgcaacgagc	gcaacccttg
1081	ttcttagttg	ccatcattta	gttgggcact	ctaaggagac	tgccggtgac	aaaccggagg
1141	aaggtgggga	tgacgtcaaa	tcatcatgcc	ccttatgacc	tgggctacac	acgtgctaca
1201	atggacggta	caaacggttg	ccaacccgcg	agggggagct	aatccgataa	aaccgttctc
1261	agttcggatt	gtaggctgca	actcgcctac	atgaagccgg	aatcgctagt	aatcgcggat
1321	cagcatgccg	cggtgaatac	gttcccgggc	cttgtacaca	ccgcccgtca	caccacgaga
1381	gtttgtaaca	cccgaagtcg	gtgaggtaac	ctttggagcc	agccgccgaa	

369. *Lysinibacillus jejuensis*（济州岛赖氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-27-6。*Lysinibacillus jejuensis* Kim et al.，2013，sp. nov.（济州岛赖氨酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**N2-5 = DSM 28310 = KCTC13837。**★16S rRNA 基因序列号：**HQ392513。**★种名释意：***jejuensis* 意为模式菌株分离自韩国济州岛，故其中文名称为济州岛赖氨酸芽胞杆菌（je.ju.en'sis. N.L. fem. adj. *jejuensis* referring to Jeju Island in the Republic of Korea，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 N2-5^T 从韩国济州岛猪栏垃圾中分离得到。**★形态特征：**细胞杆状［（0.7～1.0）μm ×（2.5～6.0）μm］、革兰氏阳性、形成芽胞。TSA 培养基上菌落乳白色、圆形至卵圆形、光滑、低凸起。**★生理特性：**生长温度为 10～37℃（最适为30℃），生长 pH 为 6.0～10.0（最适 pH 7）、NaCl 耐受性为 1%～3%（w/v）。**★生化特性：**V-P 反应为阳性，不能产生吲哚和 H_2S。能水解酪蛋白，不能水解淀粉、DNA 和吐温（20、40、60 和 80）。不能利用 API 50CH 中的底物产酸。能利用 D-木糖、麦芽糖、丙酮酸盐和核糖生长，不能利用蔗糖、甘露糖、糖原、鼠李糖和山梨醇生长。API ZYM 结果表明，酸性磷酸酶、碱性磷酸酶、α-胰凝乳蛋白酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）和酯酶（C14）为阳性，但萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸和胱氨酸、胰蛋白酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶、α-岩藻糖苷酶为阴性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖是 A4α 型。主要呼吸醌为 MK-7。极性脂主要为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（54.9%）、iso-$C_{17:1ω10c}$（12.0%）和 $C_{16:1ω7c}$ alcohol

（11.8%）。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 43.3 mol%。该菌株与 *L. xylanilyticus* XDB9^{T}、*L. macroides* LMG18474^{T} 和 *L. parviboronicapiens* BAM-582^{T} 的 16S rRNA 同源性水平分别为 96.8%、95.6%和 95.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gagcgaatga aagagaagct tgcttctctg gatttagcgg cggacgggtg agtaacacgt
61    gggcaaccta ccttatagat ggggataact ccgggaaacc ggggctaata ccgaataact
121   ccaagcacct cctggtgctt ggctgaaaga cggtttcggc tgtcactata agatgggccc
181   gcggcgcatt agctagttgg taaggtaacg gcttaccaag gcaacgatgc gtagccgacc
241   tgagagggtg atcggccaca ctgggactga gacacggccc agactcctac gggaggcagc
301   agtagggaat cttccacaat ggacgaaagt ctgatggagc aacgccgcgt gagtgaagaa
361   ggttttcgga tcgtaaaact ctgttgtaag ggaagaacaa gtacagtagt aactggctgt
421   accttgacgg taccttatta gaaagccacg gctaactacg tgccagcagc cgcggtaata
481   cgtaggtggc aagcgttgtc cggaattatt gggcgtaaag cgcgcgcagg cggtccttta
541   agtctgatgt gaaagcccac ggctcaaccg tggaaggtca ttggaaactg gggacttga
601   gtgcagaaga ggttagtgga attccaagtg tagcggtgaa atgcgtagag atttggagga
661   acaccagtgg cgaaggcgac taactggtct gtaactgacg ctgaggcgcg aaagcgtggg
721   gagcaaacag gattagatac cctggtagtc cacgccgtaa acgatgagtg ctaagtgtta
781   gggggtttcc gccccttagt gctgcagtaa acgcattaag cactccgcct ggggagtacg
841   gccgcaaggc tgaaactcaa aggaattgac gggggcccgc acaagcggtg gagcatgtgg
901   tttaattcga agcaacgcga agaaccttac caggtcttga catcccgttg accactgtag
961   agatatggtt ttcccttcgg ggacaacggt gacaggtggt gcatggttgt cgtcagctcg
1021  tgtcgtgaga tgttgggtta agtcccgcaa cgagcgcaac ccttattctt agttgccatc
1081  atttagttgg gcactctaag gagactgccg gtgacaaacc ggaggaaggt ggggatgacg
1141  tcaaatcatc atgcccctta tgacctgggc tacacacgtg ctacaatgga cgatacaaac
1201  ggttgccaac ccgcgagggg gagctaatcc gataaaatcg ttctcagttc ggattgtagg
1261  ctgcaactcg cctacatgaa gccggaatcg ctagtaatcg tggatcagca tgccacggtg
1321  aatacgttcc cgggccttgt acacaccgcc cgtcacacca cgagagtttg taacacccta
1381  agtcggtgag gtaaccttcg ggagccagcc
```

370. *Lysinibacillus macroides*（长赖氨酸芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-27-7。*Lysinibacillus macroides* Coorevits et al.，2012，sp. nov.（长赖氨酸芽胞杆菌）。★**模式菌株**：LMG 18474 = DSM 54 = ATCC12905。★**16S rRNA 基因序列号**：AJ628749。★**种名释意**：*macroides* 中 *makros* 为长之意，*eides* 为形状之意，故其中文名称为长赖氨酸芽胞杆菌（ma.cro.i′des. Gr. adj. *macros*，large or long；Gr. suff. -*eides*（from Gr. n. *eidos* form or shape），resembling，similar；N.L. masc. adj. *macroides*，long in form，describing the elongated appearance of the rods）。

【**种类描述**】★**菌株来源**：模式菌株于 1947 年由 Pringsheim 和 Robinow 分离自牛粪。★**形态特征**：细胞杆状，平板上培养细胞大小为（0.9～1.1）μm ×（3.0～5.0）μm，肉汤培养基中细胞长达 10～100 μm。严格好氧，革兰氏阳性，能运动。在添加 5 mg/L $MnSO_4$ 的 TSA 培养基上 30℃培养 24～48 h 后形成芽胞，芽胞椭圆形，接近圆形，末端生或亚末端生，胞囊稍微膨大。TSA 培养基 30℃培养 48 h，菌落直径大小为 3.0～5.0 mm，奶油色、湿润、质地疏松、圆形、边缘不规则、表面光滑。★**生理特性**：生长温度为 20～45℃（最适

为 30℃）、pH 7.0～9.0（最适为 8.0）、0～4%（w/v）NaCl，NaCl 浓度为 5%（w/v）时无生长。★**生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。V-P 反应为阳性，柠檬酸盐利用、明胶水解、硝酸盐还原、L-精氨酸双水解酶、产 H_2S 和吲哚、赖氨酸脱羧酶、精氨酸脱酸酶、ONPG 水解、酪氨酸脱羧酶和尿酶为阴性。不能利用碳水化合物产酸或气体。不能水解七叶苷、酪蛋白和淀粉。能微弱利用 L-组氨酸、L-脯氨酸、柠檬酸盐、乳酸盐和羟基丁酸，不能利用鼠李糖、D-葡萄糖酸和丙酸。★**化学特性：**细胞壁肽聚糖为 A4α 型，含有 L-Lys-D-Asp。极性脂包含二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:1\omega7c}$ alcohol。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.2 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 LMG 18474^T 与 *Lysinibacillus xylanilyticus*、*Lysinibacillus boronitolerans* 和 *Lysinibacillus fusiformis* 的同源性分别为 99.2%、98.8%和 98.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc gaacagagaa ggagcttgct
61    ccttcgacgt tagcggcgga cgggtgagta acacgtgggc aacctaccct atagtttggg
121   ataactccgg gaaaccgggg ctaataccga atmatctctt ttgcttcatg gtgaaagact
181   gaaagacggt tttggctgtc gctataggat gggcccgcgg cgcattagct agttggtgag
241   gtaatggctc accaaggcga cgatgcgtag ccgacctgag agggtgatcg gccacactgg
301   gactgagaca cggcccagac tcctacggga ggcagcagta gggaatcttc cacaatgggc
361   gaaagcctga tggagcaacg ccgcgtgagt gaagaaggtt ttcggatcgt aaaactctgt
421   tgtaagggaa gaacaagtac agtagtaact ggctgtacct tgacggtacc ttattagaaa
481   gccacggcta actacgtgcc agcagccgcg gtaatacgta ggtggcaagc gttgtccgga
541   attattgggc gtaaagcgcg cgcaggcggt cctttaagtc tgatgtgaaa gcccacggct
601   caaccgtgga gggtcattgg aaactggggg acttgagtgc agaagaggaa agtggaattc
661   caagtgtagc ggtgaaatgc gtagagattt ggaggaacac cagtggcgaa ggcgactttc
721   tggtctgtaa ctgacgctga ggcgcgaaag cgtggggagc aaacaggatt agataccctg
781   gtagtccacg ccgtaaacga tgagtgctaa gtgttagggg gtttccgccc cttagtgctg
841   cagctaacgc attaagcact ccgcctgggg agtacggtcg caagactgaa actcaaagga
901   attgacgggg gcccgcacaa gcggtggagc atgtggttta attcgaagca acgcgaagaa
961   ccttaccagg tcttgacatc ccgttgacca ctgtagagat atagtttccc cttcgggggc
1021  aacggtgaca ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc gtgagatgtt gggttaagtc
1081  ccgcaacgag cgcaaccctt gatcttagtt gccatcattt agttgggcac tctaaggtga
1141  ctgccggtga caaaccggag gaaggtgggg atgacgtcaa atcatcatgc cccttatgac
1201  ctgggctaca cacgtgctac aatggacgat acaaacggtt gccaactcgc gagagggagc
1261  taatccgata aagtcgttct cagttcggat tgtaggctgc aactcgccta catgaagccg
1321  gaatcgctag taatcgcgga tcagcatgcc gcggtgaata cgttcccggg ccttgtacac
1381  accgcccgtc acaccacgag agtttgtaac acccgaagtc ggtgaggtaa ccttttggag
1441  ccagccgccg aaggtgggat agatgattgg ggtgaagtcg taacaaggta gccgtatcgg
1501  aagg
```

371. *Lysinibacillus manganicus*（锰矿土赖氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-27-8。*Lysinibacillus manganicus* Liu et al.，2013，sp. nov.（锰矿土赖氨酸芽胞杆菌）。★**模式菌株：**Mn1-7 = DSM 26584 = CCTCC AB 2012916。★**16S rRNA**

基因序列号：JX993821。**★种名释意：***manganicus* 意为模式菌株分离自锰矿土壤，故其中文名称为锰矿土赖氨酸芽胞杆菌（man.ga'ni.cus.N.L. n. *manganum*，manganese；L. suff. *-icus*，suffix used with the sense of pertaining to；N.L. masc. adj. *manganicus*，pertaining to manganese，referring to the isolation of the type strain from a manganese mining soil）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Mn1-7^T 是从我国天津锰矿土中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.3～0.7）μm×（1.7～2.5）μm］、革兰氏阳性、好氧、可运动。芽胞圆形、端生。菌落直径为 1～2 mm、圆形、黄色、光滑、凸起、不透明。**★生理特性：**生长温度为 15～45℃（最适为 37℃），pH 为 5.0～10.0（最适为 7.0），可以在 0～5.5% NaCl 生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐还原、精氨酸双水解酶、柠檬酸盐利用、脲酶、V-P 反应、产 H_2S 和吲哚、酪蛋白水解和淀粉水解为阴性。API 50CHB 中的糖都不能发酵。API 20NE 结果表明，苹果酸被利用，D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-甘露糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、麦芽糖、葡萄糖酸钾、癸酸、己二酸、柠檬酸三钠和苯乙酸不能被利用。ID 32GN 分析表明：糖原、L-丝氨酸、戊酸和 3-羟基丁酸能被利用，L-鼠李糖、D-核糖、肌醇、蔗糖、麦芽糖、衣康酸、辛二酸、丙二酸钠、乙酸钠、乳酸、L-丙氨酸、5-葡萄糖酸钾、3-羟基苯甲酸、蜜二糖、L-岩藻糖、D-山梨醇、L-阿拉伯糖、丙酸、癸酸、柠檬酸三钠、L-组氨酸、2-葡萄糖酸钾、4-羟基苯甲酸和 L-脯氨酸不能被利用。API ZYM 结果显示：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、胰蛋白酶、酸性磷酸酶和萘酚-AS-BI-磷酸水解酶活性为阳性，但亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶，β-葡萄糖苷酶，β-葡萄糖醛酸酶，N-乙酰-氨基葡萄糖苷酶，α-甘露糖苷酶，α-岩藻糖苷酶或酯酶（C14）的活性为阴性。α-胰凝乳蛋白酶具有较弱活性。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{14:0}$。细胞壁肽聚糖是 A4α 型（L-Lys-D-Asp），主要细胞壁糖是木糖。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.4 mol%。该菌株与 *L. massiliensis* CCUG 49529^T、*L. xylanilyticus* $XDB9^T$、*L. sinduriensis* JCM 15800^T、*L. odysseyi* NBRC 100172^T 和 *L. boronitolerans* NBRC 103108^T 的 16S rRNA 同源性分别为 97.2%、96.7%、96.2%、95.9%和 95.4%，与 *L. massiliensis* 和 *L. sinduriensis* 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 24.9%和 27.7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    gaatctttta  aaagcttgct  tttgaaaggt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc
121   aacctgccct  atagtttggg  ataactccgg  gaaaccgggg  ctaataccga  atcacacaat
181   ttggctcctg  ccaagttgtt  gaaagatggt  ttcggctatc  gctataggat  gggcccgcgg
241   cgcattagct  agttggtgag  gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag
301   agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta
361   gggaatcttc  cacaatggac  gaaagtctga  tggagcaacg  ccgcgtgagt  gaagaaggtt
421   ttcggatcgt  aaaactctgt  tgtaagggaa  gaacaagtac  agtagtaact  ggctgtacct
481   tgacggtacc  ttattagaaa  gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta
541   ggtggcaagc  gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  cctttaagtc
601   tgatgtgaaa  gccctcggct  caaccgagga  gggtcattgg  aaactggagg  acttgagtgc
661   agaagaggaa  agtggaattc  caagtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagattt  ggaggaacac
```

```
721    cagtggcgaa  ggcgactttc  tggtctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc
781    aaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctaa  gtgttagggg
841    gtttccgccc  cttagtgctg  cagctaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggtcg
901    caagactgaa  actcaaagga  attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta
961    attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ccgctgaccg  ctatggagac
1021   atagttttcc  cttcggggac  agcggtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc
1081   gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gttcttagtt  gccatcattt
1141   agttgggcac  tctaaggaga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa
1201   atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac  aatggacggt  acaaacggtc
1261   gcgaagtcgc  gagacgaagc  caatccgata  aaaccgttct  cagttcggat  tgtaggctgc
1321   aactcgccta  catgaagccg  gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata
1381   cgttcccggg  ccttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agtttgtaac  acccgaagtc
1441   ggtggggtaa  cccgtaaggg  ggccagccgc  cgaaggtggg  acagatgatt  ggggtgaagt
1501   cgtaacaagg  taacc
```

372. *Lysinibacillus mangiferahumi*（芒果土赖氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-27-9。*Lysinibacillus mangiferihumi* Yang et al.，2012，sp. nov.（芒果土赖氨酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**M-GX18 = CCTCC AB 2010389 = DSM 24076。**★16S rRNA 基因序列号：**JF731238。**★种名释意：***mangiferahumi* 中 *mangifera* 为芒果学名之意，*humus* 为土壤之意，故其中文名称为芒果土赖氨酸芽胞杆菌（N.L. n. *Mangifera* scientific generic name of mango；L. n. *humus* soil；N.L. gen. n.*mangiferihumi* of soil of mango field）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 M-GX18[T] 是从我国广西芒果的根际土壤分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～1.5）μm ×（2.0～2.5）μm］、好氧、能运动、形成芽胞。LB 培养基 28℃培养 24 h 后，菌落直径为 0.4～0.8 mm，浅黄色、圆形、边缘整齐。**★生理特性：**生长温度为 10～45℃（最适为 28～37℃），pH 为 6.0～9.0（最适为 7.0～8.0），NaCl 浓度为 0～5%（最适为 0～2%）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。V-P 反应、柠檬酸利用和明胶水解为阳性，硝酸盐还原、β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶、脲酶、产 H_2S 和吲哚为阴性。API ZYM 结果表明：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、胰蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶和 N-乙酰基-β-氨基葡萄糖苷酶为阳性，但酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和岩藻糖苷酶为阴性。Biolog GEN III 结果显示：能氧化糊精、D-麦芽糖、D-鼠李糖、D-蜜二糖、L-半乳糖酸内酯、D-乳酸甲酯、果胶、γ-氨基丁酸和羟基丁酸。能利用下列物质产酸：L-阿拉伯糖、核糖、甘露糖、肌醇、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖和蔗糖（API 50CHB）。该菌株产生的杀线虫的挥发性化合物抵抗南方根结线虫的活动。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。极性脂包含二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、磷酸糖脂和三种未知磷脂。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.8 mol%。该菌株与 *L. sphaericus*、*L. fusiformis* 和 *L. xylanilyticus* 16S rRNA 的同源性分别为 98.5%、98.1%和 98.6%，DNA-DNA 杂交关联度分别为（47.4±1.2）%、（58.4±2.1）%和（41.6±1.4）%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gtgcatgcgg tgctataatg cagtcgagcg aacagagaag gagcttgctc ctttgacgtt
61    agcggcggac gggtgagtaa cacgtgggca acctacccta tagtttggga taactccggg
121   aaaccggggc taataccgaa taatctattg tccctcatgg gacaatactg aaagacggtt
181   tcggctgtcg ctataggatg ggcccgcggc gcattagcta gttggtgagg taacggctca
241   ccaaggcgac gatgcgtagc cgacctgaga gggtgatcgg ccacactggg actgagacac
301   ggcccagact cctacgggag gcagcagtag ggaatcttcc acaatgggcg aaagcctgat
361   ggagcaacgc cgcgtgagtg aagaaggatt tcggttcgta aaactctgtt gtaagggaag
421   aacaagtaca gtagtaactg gctgtacctt gacggtacct tattagaaag ccacggctaa
481   ctacgtgcca gcagccgcgg taatacgtag gtggcaagcg ttgtccggaa ttattgggcg
541   taaagcgcgc gcaggtggtt tcttaagtct gatgtgaaag cccacggctc aaccgtggag
601   ggtcattgga aactgggaga cttgagtgca gaagaggata gtggaattcc aagtgtagcg
661   gtgaaatgcg tagagatttg gaggaacacc agtggcgaag gcgactatct ggtctgtaac
721   tgacactgag gcgcgaaagc gtggggagca aacaggatta gataccctgg tagtccacgc
781   cgtaaacgat gagtgctaag tgttaggggg tttccgcccc ttagtgctgc agctaacgca
841   ttaagcactc cgcctgggga gtacggtcgc aagactgaaa ctcaaaggaa ttgacggggg
901   cccgcacaag cggtggagca tgtggtttaa ttcgaagcaa cgcgaagaac cttaccaggt
961   cttgacatcc cgttgaccac tgtagagata tggttttccc ttcggggaca acggtgacag
1021  gtggtgcatg gttgtcgtca gctcgtgtcg tgagatgttg ggttaagtcc cgcaacgagc
1081  gcaacccttg atcttagttg ccatcattta gttgggcact ctaaggtgac tgccggtgac
1141  aaaccggagg aaggtgggga tgacgtcaaa tcatcatgcc ccttatgacc tgggctacac
1201  acgtgctaca atggacgata caaacggttg ccaactcgcg agagggagct aatccgataa
1261  agtcgttctc agttcggatt gtaggctgca actcgcctac atgaagccgg aatcgctagt
1321  aatcgcggat cagcatgccg cggtgaatac gttcccgggc cttgtacaca ccgcccgtca
1381  caccacgaga gtttgtaaca cccgaagtcg gtgaggtaac cttttggagc cagccgccga
1441  aggtgatgga gg
```

373. *Lysinibacillus massiliensis*（马赛赖氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-27-10。*Lysinibacillus massiliensis*（Glazunova et al.，2006）Jung et al.，2012，comb. nov.（马赛赖氨酸芽胞杆菌）= *Bacillus massiliensis* Glazunova et al.，2006，sp. nov.。**★模式菌株：**4400831 = CCUG 49529 = CIP 108446。**★16S rRNA 基因序列号：**AY677116。**★种名释意：***massiliensis* 意为模式菌株分离自法国马赛，故其中文名称为马赛赖氨酸芽胞杆菌（L. masc. adj. *massiliensis*，of Massilia，the ancient Roman name for Marseille，France，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 4400831^T 是从法国马赛患者的脑脊液中分离的。**★形态特征：**菌株好氧，形成芽胞，以周生鞭毛运动，革兰氏阴性，直杆状。菌株能在羊血清琼脂和 TSB 培养基上生长。在羊血清琼脂培养基上培养 24 h 后，菌落为圆形，白色带点淡灰，光滑，有光泽，菌落直径为 1～2 mm。在 TSB 培养基上培养 24 h 后，菌体大小为［（1.5～4）μm ×（0.3～0.5）μm］。**★生理特性：**菌株适宜生长温度为 25～45℃，最适生长温度为 30～37℃，TSB 培养基中耐受 5% NaCl 浓度。菌株对羟苄西林、氨苄西林、头孢曲松、羟基噻吩青霉素、环丙沙星、庆大霉素、阿米卡星、妥布霉素、复方新诺明、利福平、氧氟沙星、黏菌素、氧哌嗪青霉素、异帕米星、氯霉素、四环素、链霉素等抗

生素敏感，对头孢吡肟和头孢匹罗中度敏感，对头孢他啶、磷霉素和氨曲南有抗性。**★生化特性：**过氧化氢酶，氧化酶和 V-P 反应均为阳性。API 20E 结果显示，精氨酸双水解酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶和脲酶均为阳性。菌株能利用柠檬酸盐，不能水解明胶和 ONPG，不产 H_2S 和吲哚。不能利用 D-葡萄糖、D-甘露醇、肌醇、山梨醇、L-鼠李糖、蔗糖、D-蜜二糖、苦杏仁苷和阿拉伯糖。API 50CH 结果表明，不能利用任何糖类物质。菌株能利用乙酸、丙酮酸和甲基丙酮酸，但不能利用 α-羟基丁酸、β-羟基丁酸、L-丙氨酸、甘氨酰-L-谷氨酸、腺苷、2′-脱氧腺苷、肌苷、AMP 和 UMP。**★化学特性：**肽聚糖为 L-Lys-D-Asp（A4α）。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、三个未知磷脂（PL1、PL2 和 PL3）和两个未知糖脂（GL1 和 GL2）。主要的细胞壁糖为葡萄糖和木糖。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$（48%），anteiso-$C_{15:0}$（15.3%）和 iso-$C_{16:0}$（13.5%）。含有少量的脂肪酸为 anteiso-$C_{17:0}$（5.6%）、iso-$C_{17:0}$（3.7%）、$C_{15:0}$（3.2%）、iso-$C_{14:0}$（3.1%）、$C_{16:1}$ω7c alcohol（2.6%）、$C_{16:0}$（1.5%）、$C_{16:1}$ω11c（0.7%）和 $C_{18:1}$ω9c（0.7%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.3 mol%。系统发育分析结果表明，菌株 4400831T 与 *Bacillus odysseyi* 和 *Bacillus silvestris* 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 96.2%和 94.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggacggatgg  gagcttgctc
61    ccagaagtta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtkggcaa  cctgccctat  agttggggat
121   aactccggga  aaccggggct  aataccgaat  gatataattt  agctcctgct  agattgttga
181   aagatggttt  acgctatcgc  tataggatgg  gcccgcggcg  cattagctag  ttggtgaggt
241   aacggctcac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga
301   ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttcca  caatgggcga
361   aagcctgatg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  agaaggtttt  cggatcgtaa  aactctgttg
421   taagggaaga  acaagtacag  tagtaactgg  ctgtaccttg  acggtacctt  attagaaagc
481   cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  tggcaagcgt  tgtccggaat
541   tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggtcc  tttaagtctg  atgtgaaagc  cctcggctca
601   accgaggagg  gtcattggaa  actggaggac  ttgagtgcag  aagaggaaag  tggaattcca
661   agtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatttgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cgactttctg
721   gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag  ataccctggt
781   agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagggggt  ttccgcccct  tagtgctgca
841   gctaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggtcgca  agactgaaac  tcaaaggaat
901   tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc
961   ttaccaggtc  ttgacatccc  actgaccgct  atggagacat  agctttccct  tcggggacag
1021  tggtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081  gcaacgagcg  caacccttgt  ccttagttgc  catcattaag  ttgggcactc  taaggagact
1141  gccgatgaca  aatcggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct
1201  gggctacaca  cgtgctacaa  tggacggtac  aaacggttgc  gaagtcgcga  gatggagcta
1261  atctgataaa  accgttctca  gttcggattg  taggctgcaa  ctcgcctaca  tgaagctgga
1321  atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc  ttgtacacac
1381  cgcccgtcac  accacgagag  tttgtaacac  ccgaagtcgg  tgaggtaacc  ttatggagcc
1441  agccgccgaa  ggtgggacag  atgattgggg  tg
```

374. *Lysinibacillus meyeri*（迈耶氏赖氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-27-11。*Lysinibacillus meyeri* Seiler et al.，2013，sp. nov.（迈耶氏赖氨酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**WS 4626 = DSM 25057 = LMG 26643。**★16S rRNA 基因序列号：**HE577173。**★种名释意：***meyeri* 意为 Meyer，旨在纪念德国微生物学家 Arthur Meyer，故其中文名称为迈耶氏赖氨酸芽胞杆菌（N.L. gen. masc. n. *meyeri*，of Meyer，named in honour of Arthur Meyer，who，together with Ernst Neide in 1904，described the species *Bacillus sphaericus*，now *Lysinibacillus sphaericus*）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 WS 4626^T 从医疗操作中分离得到。**★形态特征：**细胞杆状［（0.8～1.0）μm ×（4.0～9.0）μm］、革兰氏阳性、严格需氧、能运动，芽胞圆形、末端生、胞囊可膨大。TSBA 培养基上 30℃培养 3 d 后，菌落直径为 2～4 mm，菌落奶油色、扁平、低凸起、透明、边缘不规则。**★生理特性：**生长温度为 10～42℃（最适 30℃），pH 为 6.5～8.5（最适 7～8），耐盐为 0～5.5%（w/v）NaCl（最适 0.5%）。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶为阳性。V-P 反应为阳性，硝酸盐不能还原为亚硝酸盐，不产吲哚或 H_2S，不能利用柠檬酸盐。氨肽酶和苯丙氨酸脱氨酶为阴性。葡萄糖发酵不能产生二羟基丙酮或产气。能水解酪蛋白、DNA、明胶、吐温 20、吐温 40 和吐温 60，不能水解七叶苷、次黄嘌呤、卵磷脂、淀粉、三丁酸甘油酯、吐温 80、酪氨酸、尿素和黄嘌呤。API 50CHB 结果表明：能利用 D-果糖、D-甘露糖、糖醇、葡萄糖酸盐、甘油、5-葡萄糖酸钾和 N-乙酰基-β-葡萄糖胺产酸，且能利用以上碳源作为唯一能源，不能利用其他底物发酵产酸。API ZYM、API 20E 和 API Coryne 结果表明：碱性磷酸酶、酯酶（C8）、吡嗪酰胺酶和焦谷氨酸芳基酰胺酶为阳性，其他酶活性为阴性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 D-天冬氨酸、L-赖氨酸、D-丙氨酸和 D-谷氨酸（A4α 型，L-赖氨酸-D-天冬氨酸）。主要糖类为木糖；主要呼吸醌为 MK-7 和 MK-6。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和磷脂酰甘油。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:1}$ω10*c*、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.1 mol%。该菌株与 *L. xylanilyticus* XDB9^T 和 *L. odysseyi* 34hs-1^T 的 16S rRNA 同源性分别为 96.7%和 96.5%，与 *L. odysseyi* DSM18869^T 的 DNA-DNA 杂交关联度为 6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgctcaggac  gaacgctggc  ggcgtgccta  atacatgcaa  gtcgagcggg  tgttactttg
61    gtgcttgcac  cgaagtaaca  ctagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg  taacctacct
121   tgtagatggg  gataactccg  ggaaaccggg  gctaataccg  aatgatactt  tgaaacacat
181   gcttcgaagt  tgaaagatgg  ttctgctatc  gctacaggat  gggcccgcgg  cgcattagct
241   agttggtgag  gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg
301   gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc
361   cacaatgggc  gaaagcctga  tggagcaacg  ccgcgtgagt  gaagaaggtt  ttcggatcgt
421   aaaactctgt  tgtaagggaa  gaacaagtac  agtagtaact  ggctgtacct  tgacggtacc
481   ttattagaaa  gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  ggtggcaagc
541   gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  tctttaagtc  tgatgtgaaa
601   gcccccggct  caaccgggga  gggtcattgg  aaactgggga  acttgagtgc  agaagaggaa
661   agtggaattc  caagtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagattt  ggaggaacac  cagtggcgaa
721   ggcgactttc  tggtctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt
```

781　agataccctg　gtagtccacg　ccgtaaacga　tgagtgctaa　gtgttagggg　gtttccgccc
841　cttagtgctg　cagctaacgc　attaagcact　ccgcctgggg　agtacggtcg　caagactgaa
901　actcaaagga　attgacgggg　gcccgcacaa　gcggtggagc　atgtggttta　attcgaagca
961　acgcgaagaa　ccttaccagg　tcttgacatc　ccattgacca　ctatggagac　atagttttcc
1021　cttcggggac　aacggtgaca　ggtggtgcat　ggttgtcgtc　agctcgtgtc　gtgagatgtt
1081　gggttaagtc　ccgcaacgag　cgcaaccctt　gatcttagtt　gccatcattt　agttgggcac
1141　tctaaggtga　ctgccggtga　taaaccggag　gaaggtgggg　atgacgtcaa　atcatcatgc
1201　cccttatgac　ctgggctaca　cacgtgctac　aatggacggt　acaaacggtt　gccaacccgc
1261　gagggggagc　taatccgata　aaaccgttct　cagttcggat　tgtaggctgc　aactcgccta
1321　catgaagccg　gaatcgctag　taatcgtgga　tcagcatgcc　acggtgaata　cgttcccggg
1381　ccttgtacac　accgcccgtc　acaccacgag　agtttgtaac　acccgaagtc　ggtgaggtaa
1441　ccttttggag　ccagccgccg　aaggtgggat　agatgattgg　ggtgaattcg　aagcaaggta
1501　gccg

375. *Lysinibacillus odysseyi*（奥德赛赖氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-27-12。*Lysinibacillus odysseyi*（La Duc et al.，2004）Jung et al.，2012，comb. nov.（奥德赛赖氨酸芽胞杆菌）= *Bacillus odysseyi* La Duc et al.，2004，sp. nov.。**★模式菌株：**34hs-1 = ATCC PTA-4993 = NBRC 100172 = NRRL B-30641。**★16S rRNA 基因序列号：**AF526913。**★种名释意：***odysseyi* 为奥德赛火星探测器之意，故其中文名称为奥德赛赖氨酸芽胞杆菌（N.L. neut. n. *Odysseyum*，name of the spacecraft Odyssey；N.L. gen. n. *odysseyi*，of the Mars Odyssey spacecraft）。

【种类描述】**★菌株来源：**菌株 34hs-1^T 是从奥德赛火星探测器表面分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状（4～5 μm）、能运动、革兰氏阳性、需氧、形成芽胞、端生。TSA 培养基上形成的菌落呈米色、圆形、光滑、整个边缘平坦。**★生理特性：**Na^+不是必需的；生长的盐浓度是 0～5%；生长的 pH 是 6～10（最适 pH 是 7）；生长温度是 25～42℃（最适生长温度是 30～35℃）。**★生化特性：**倾向于以丙酮酸、氨基酸、嘌呤或嘧啶碱和相关化合物为碳源和能源。过氧化氢酶为阳性。明胶酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脂肪酶、淀粉酶或海藻酸酶为阴性。不产 H_2S。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖为 L-Lys–D-Asp（A4α），主要细胞壁糖为核糖。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、4 种未知磷脂（PL1、PL2、PL3 和 PL4）和一种未知脂类（L1）。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（50.4%），iso-$C_{16:0}$（11.3%）和 $C_{16:1}$ω7c alcohol（12.7%）。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**16S rRNA 序列分析表明，该株菌与 *B. fusiformis* 和 *B. silvestris* 的同源性小于 96%，且与 *B. fusiformis* 和 *B. silvestris* 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 23% 和 17%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gtttgatcct　ggctcaggac　gaacgctggc　ggcgtgccta　atacatgcaa　gtcgagcgga
61　cgttttgttg　gtgcttgcac　cgacttaacg　ttagcggcgg　acgggtgagt　aacacgtggg
121　caacctgccc　tgtagtctgg　gataactccg　ggaaaccggg　gctaataccg　gatgatactt
181　tttgattcat　gtcagaaagt　tgaaagatgg　tttacgctat　cgctacagga　tgggcccgcg
241　gcgcattagc　tagttggtga　ggtaacggct　caccaaggca　acgatgcgta　gccgacctga
301　gagggtgatc　ggccacactg　ggactgagac　acggcccaga　ctcctacggg　aggcagcagt

```
361    agggaatctt  ccacaatgga  cgaaagtctg  atggagcaac  gccgcgtgag  tgaagaagga
421    tttcggttcg  taaaactctg  ttgtaaggga  agaacaagta  cagtagtaac  tggctgtacc
481    ttgacggtac  cttattagaa  agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt
541    aggtggcaag  cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  tcctttaagt
601    ctgatgtgaa  agcccacggc  tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactgggg  gacttgagtg
661    cagaagagga  aagtggaatt  ccaagtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatt  tggaggaaca
721    ccagtggcga  aggcgacttt  ctggtctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag
781    caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttaggg
841    ggtttccgcc  ccttagtgct  gcagctaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggtc
901    gcaagactga  aactcaaagg  aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt
961    aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  cccattgacc  actgtagaga
1021   tacagttttc  ccttcgggga  caacggtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgcgt
1081   cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgttcttagt  tgccatcatt
1141   tagttgggca  ctctaaggag  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca
1201   aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggacgg  tacaaacggt
1261   tgccaacccg  cgagggggag  ctaatccgat  aaaaccgttc  tcagttcgga  ttgtaggctg
1321   caactcgcct  acatgaagcc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat
1381   acgttcccgg  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttgtaa  cacccgaagt
1441   cggtggggta  accttttgga  gccagccgcc  gaaggtggga  tagatgattg  gggtgaagtc
1501   gtaacaaggt  aaccgt
```

376. *Lysinibacillus pakistanensis*（巴基斯坦赖氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-27-13。*Lysinibacillus pakistanensis* Ahmed et al.，2014，sp. nov.（巴基斯坦赖氨酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**NCCP-54 = DSM 24784 = KCTC 13795。**★16S rRNA 基因序列号：**AB558495。**★种名释意：***pakistanensis* 意为模式菌株分离自巴基斯坦，故其中文名称为巴基斯坦赖氨酸芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *pakistanensis*, from Pakistan, where the organism was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NCCP-54^T 分离自巴基斯坦一所农业大学的试验田大豆根际土壤。**★形态特征：**细胞杆状、革兰氏阳性、好氧、能运动，形成芽胞、球形或椭圆形、端生或次端生、胞囊轻微膨大。菌落直径为（1～4 mm）、粗糙、透明、表面无光泽、奶油状、扁平。菌落颜色由最初的灰白色变成浅黄色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 10～45℃、6.0～9.0 和 0～6%（w/v）。最适的生长温度和 pH 分别是 28℃和 7.0。菌株在 0～150 mmol/L 硼中能生长，不含硼时菌株生长较好。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能还原硝酸盐。API 50CH 和 API 20E 测试结果表明，利用糖不产酸。API ZYM 测试结果显示，酸性磷酸酶和酯酶（C8）为阳性，碱性磷酸酶和 α-胰凝乳蛋白酶为弱阳性，其他酶为阴性反应。Biolog GP2 测试结果表明，能利用 L-丙氨酰胺、α-酮戊二酸、糊精和乙酸，不能利用丙酮酸、丙氨酸、丙酮酸酸甲酯、胸苷、谷氨酸、β-羟基丁酸、腺苷、胸苷-5′-单磷酸、琥珀酸单甲酯和 D-乳酸甲酯。**★化学特性：**主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。主要细胞脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{16:1\omega7c}$ alcohol、iso-$C_{17:0}$、iso-$C_{17:1\omega10c}$、iso-$C_{16:1\omega11c}$、$C_{16:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{14:0}$。细胞壁肽聚糖类型为 Lys-Asp。主要呼吸醌为

MK-7。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 37 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tctgctcagg acgaacgctg gcggcgtgcc taatacatgc aagtcgagcg aacagagaag
61    gagcttgctc ctttgacgtt agcggcggac gggtgagtaa cacgtgggca acctacccta
121   tagtttggga taactccggg aaaccggggc taataccgaa taatctatgt cacctcatgg
181   tgacatactg aaagacggtt tcggctgtcg ctataggatg ggcccgcggc gcattagcta
241   gttggtgagg taatggctca ccaaggcgac gatgcgtagc cgacctgaga gggtgatcgg
301   ccacactggg actgagacac ggcccagact cctacgggag gcagcagtag ggaatcttcc
361   acaatgggcg aaagcctgat ggagcaacgc cgcgtgagtg aagaaggttt tcggatcgta
421   aaactctgtt gtaagggaag aacaagtaca gtagtaactg gctgtacctt gacggtacct
481   tattagaaag ccacggctaa ctacgtgcca gcagccgcgg taatacgtag gtggcaagcg
541   ttgtccggaa ttattgggcg taaagcgcgc gcaggcggtc ctttaagtct gatgtgaaag
601   cccacggctc aaccgtggag ggtcattgga aactgggga  cttgagtgca gaagaggaaa
661   gtggaattcc aagtgtagcg gtgaaatgcg tagagatttg gaggaacacc agtggcgaag
721   gcgactttct ggtctgtaac tgacgctgag gcgcgaaagc gtggggagca aacaggatta
781   gataccctgg tagtccacgc cgtaaacgat gagtgctaag tgttaggggg tttccgcccc
841   ttagtgctgc agctaacgca ttaagcactc cgcctgggga gtacggtcgc aagactgaaa
901   ctcaaaggaa ttgacggggg cccgcacaag cggtggagca tgtggtttaa ttcgaagcaa
961   cgcgaagaac cttaccaggt cttgacatcc cgttgaccac tgtagagata tagtttcccc
1021  ttcgggggca acggtgacag gtggtgcatg gttgtcgtca gctcgtgtcg tgagatgttg
1081  ggttaagtcc cgcaacgagc gcaacccttg atcttagttg ccatcattta gttgggcact
1141  ctaaggtgac tgccggtgat aaaccggagg aaggtgggga tgacgtcaaa tcatcatgcc
1201  ccttatgacc tgggctacac acgtgctaca atggacgata caaacggttg ccaactcgcg
1261  agagggagct aatccgataa agtcgttctc agttcggatt gtaggctgca actcgcctac
1321  atgaagccgg aatcgctagt aatcgcggat cagcatgccg cggtgaatac gttcccgggc
1381  cttgtacaca ccgcccgtca caccacgaga gtttgtaaca cccgaagtcg gtgaggtaac
1441  cttttggagc cagccgccga antggataga tgatgntgag t
```

377. *Lysinibacillus parviboronicapiens*（含低硼赖氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-27-14。*Lysinibacillus parviboronicapiens* Miwa et al.，2009，sp. nov.（含低硼赖氨酸芽胞杆菌）。★**模式菌株**：BAM-582 = KCTC 13154 = NBRC 103144。★**16S rRNA 基因序列号**：AB300598。★**种名释意**：*parviboronicapiens* 中 *parvus* 为少、低之意，*boron -onis* 为硼之意，*capiens* 为含有之意，故其中文名称为含低硼赖氨酸芽胞杆菌（L. adj. *parvus*，little，low；N.L. n. *boron -onis*，boron；L. part. adj. *capiens*，containing；N.L. part. adj. *parviboronicapiens*，containing little boron）。

【种类描述】★**菌株来源**：菌株 BAM-582^T 是从土耳其希萨拉奇科（Hisarcik）地区土壤中分离出来的。★**形态特征**：细胞杆状［（0.5～1.0）μm ×（2.0～5.0）μm］、革兰氏阳性。TSA 培养基上 30℃培养 3 d 后形成的菌落直径为 2～5 mm、呈圆形、全缘、不透明、奶油白色。★**生理特性**：菌株生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 10～37℃、6～8 和 0～6%，最适生长温度和 pH 分别为 30℃和 7。菌株在硼浓度为 0～50 mmol/L 时能生长，不含硼时生长最适。TSA 培养基上厌氧条件下菌株无法生长。菌株耐林可霉素、多黏菌素、恩诺沙星、甲硝唑、夫西地酸、氟甲喹、恶喹酸、链霉素和氯霉素。★**生化特**

性：过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。V-P 反应和脲酶为阳性。色氨酸脱氨酶为弱阳性；ONPG 水解、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶和鸟氨酸脱羧酶为阴性。不产 H_2S 和吲哚。利用下列化合物产酸：七叶苷、柠檬酸盐、N-乙酰氨基葡萄糖、乳糖和 5-酮基-葡萄糖酸钾，利用 Biolog GP2 plate 的底物不产酸。酯酶（C8）和胰凝乳蛋白酶为阳性，碱性磷酸酶、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、酯酶（C4）、酯酶（C14）、半胱氨酸芳基酰胺酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。★**化学特性**：细胞壁肽聚糖含有特征氨基酸为赖氨酸、天冬氨酸、丙氨酸和谷氨酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸是 iso-$C_{15:0}$（37.4%）和 anteiso-$C_{15:0}$（19.0%）。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量是 38.7 mol%。该菌株与 *L. fusiformis* DSM 2898^T 和 *L. sphaericus* IAM 13420^T 的 16S rRNA 同源性分别为 97.7%和 98.2%，DNA-DNA 杂交关联度分别为 33.9%和 29.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ttaatacatg  caagtcgagc  gaatgatgag  gaagcttgct
61     tcctstgatt  tagsggcgga  cgggtgagta  acaygtgggc  aacctacctt  atagtttggg
121    ataactccgg  gaaaccgggg  ytaataccaa  ataatctctt  ttacttcatg  gtgaaagact
181    aaaagacggt  ttcggctgtc  gctataggat  gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtgag
241    gtaacggctc  accaaggcaa  cgatgsgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg
301    gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cacaatgggc
361    gaaagcctga  tggagcaacg  ccgcgtgagt  gaagaaggat  ttcggttcgt  aaaactctgt
421    tgtaagggaa  gaacaagtac  agtagtaact  ggctgtacct  tgacggtacc  ttattagaaa
481    gccacggcta  acttcgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  ggtggcaagc  gttgtccgga
541    attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggtggt  ttcttaagtc  tgatgtgaaa  gcccacggct
601    caaccgtgga  gggtcattgg  aaactgggga  acttgagtgc  agaagaggat  agtggaattc
661    caagtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagattt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactatc
721    tggtctgtaa  ctgacactga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg
781    gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctaa  gtgttagggg  gtttccgccc  cttagtgctg
841    cagctaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggtcg  caagactgaa  actcaaagga
901    attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa
961    ccttaccagg  tcttgacatc  ccattgacca  ctgtagagat  acagttttcc  cttcggggac
1021   aacggtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc
1081   ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccatcattt  agttgggcac  tctaaggtga
1141   ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac
1201   ctgggctaca  cacgtgctac  aatggacgat  acaaacggtt  gccaactcgc  gagagggagc
1261   taatccgata  aagtcgttct  cagttcggat  tgtaggctgc  aactcgccta  catgaagccg
1321   gaatcgctag  taatcgcgaa  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg  ccttgtacac
1381   accgcccgtc  acaccacgag  agtttgtaac  acccgaagtc  ggtgaggtaa  ccttttggag
1441   ccagccgcca  aaggtgggat  agatgattgg  ggtgaag
```

378. *Lysinibacillus sinduriensis*（新头里赖氨酸芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-27-15。*Lysinibacillus sinduriensis* Jung et al.，2012，sp. nov.（新头里赖氨酸芽胞杆菌）。★**模式菌株**：BLB-1 = JCM 15800 = KCTC 13296。★**16S rRNA** 基因

序列号：FJ169465。**★种名释意：***sinduriensis* 意为模式菌株分离自韩国新头里，故其中文名称为新头里赖氨酸芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *sinduriensis*，of or pertaining to the Sinduri，Republic of Korea，geographical origin of the type strain of the species）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BLB-1^T 从韩国黄海的新头里沙丘滩涂底泥中分离得到。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～1.2）μm ×（0.7～3.5）μm］，革兰氏阳性，严格需氧，芽胞端生，胞囊膨大，而且能借助周生鞭毛运动。TSBA 培养基上生长的菌落为圆形，凸起，波状，灰白色，直径 3 mm。**★生理特性：**生长温度为 15～45℃（最适 30℃）、pH 5～9（最适 pH 7）、0～5%（w/v）NaCl 条件下生长，但 6%（w/v）NaCl 中不能生长。**★生化特性：**不能还原硝酸盐。氧化酶为阴性，明胶酶和过氧化氢酶为阳性。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶和色氨酸脱氨酶为阳性，柠檬酸盐利用和 V-P 反应为阴性。产 H_2S、吲哚和 3-羟基丁酮。能水解酪蛋白和淀粉。API 50CH 结果显示，不发酵糖。能氧化 α-戊酮酸和丙酮酸甲酯，但不能氧化乙酸盐、丙酮酸盐、α-羟基丁酸和 β-羟基丁酸、丙酮酸甲酯、L-丙氨酸、甘氨酰-L-谷氨酸、腺苷、2′-脱氧腺苷、肌苷、腺苷-1-磷酸、尿苷-1-磷酸或糊精。碱性磷酸酶、酯酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、α-半乳糖苷酶和 β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酸酶、α-葡萄糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶、N-乙酰基-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶活性为阴性；酯酶、酯酶脂肪酶、亮氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶和萘酚-AS-BI-磷酸水解酶活性为阳性。**★化学特性：**主要极性脂是二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、三种未知磷脂（PL1、PL2 和 PL3）。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$（35.6%）、iso-$C_{5:0}$（25.6%）和 anteiso-$C_{17:0}$（16.5%）。主要细胞壁糖是葡萄糖和木糖。细胞壁肽聚糖中含有 L-Lys-D-Asp（A4α）型。主要呼吸醌是 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 35.9 mol%。 16S rRNA 基因序列如下。

```
1       agtcgagcgg  acttgatggg  agcttgctcc  ttatcaagtt  agcggcggac  gggtgagtaa
61      cacgtgggca  acctgcccta  tagttgggga  taactccggg  aaaccggggc  taataccgaa
121     taatacattt  cttctcctga  tgaaatgttg  aaagatggtt  tacgctatcg  ctataggatg
181     ggcccgcggc  gcattagcta  gttggtgagg  taacggctca  ccaaggcgac  gatgcgtagc
241     cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag
301     gcagcagtag  ggaatcttcc  acaatgggcg  aaagcctgat  ggagcaacgc  cgcgtgagtg
361     aagaaggttt  tcggatcgta  aaactctgtt  gtaagggaag  aacaagtaca  gtagtaactg
421     gctgtacctt  gacggtacct  tattagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg
481     taatacgtag  gtggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggtggtc
541     ctttaagtct  gatgtgaaag  cccacggctc  aaccgtggag  ggtcattgga  aactgggga
601     cttgagtgca  gaagaggaaa  gtggaattcc  aagtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatttg
661     gaggaacacc  agtggcgaag  gcgactttct  ggtctgtaac  tgacactgag  gcgcgaaagc
721     gtggggagca  aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctaag
781     tgttaggggg  tttccgcccc  ttagtgctgc  agctaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga
841     gtacggtcgc  aagactgaaa  ctcaaaggaa  ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca
901     tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  cattgaccgc
961     catggagaca  tggctttccc  ttcggggaca  gtggtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca
1021    gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  ttcttagttg
```

```
1081    ccatcattta  gttgggcact  ctaaggagac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga
1141    tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac  acgtgctaca  atggacggta
1201    caaacggttg  ccaacccgcg  agggggagct  aatccgataa  aaccgttctc  agttcggatt
1261    gtaggctgca  actcgcctac  atgaagccgg  aatcgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg
1321    cggtgaatac  gttcccgggc  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgtaaca
1381    cccgaagccg  gtggggtaac  cctttgggag  cc
```

379. *Lysinibacillus sphaericus*（球形赖氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-27-16。*Lysinibacillus sphaericus*（Meyer and Neide，1904）Ahmed et al.，2007，comb. nov.（球形赖氨酸芽胞杆菌）= *Bacillus sphaericus* Meyer and Neide，1904（Approved Lists 1980）。**★模式菌株：**ATCC 14577 = BCRC（formerly CCRC）12825 = CCM 2120 = CCUG 7428 = CIP 65.30 = DSM 28= HAMBI 1938 = IAM 13420 = JCM 2502 = LMG 7134 = NBRC 15095 = NCCB 75018 = NCIMB 9370 = NCTC 10338 = NRRL B-23268 = VKM B-509。**★16S rRNA 基因序列号：**AF169495。**★种名释意：***sphaericus* 为球形之意，故其中文名称为球形赖氨酸芽胞杆菌（L. masc. adj. *sphaericus*，spherical）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ATCC 14577^{T} 是从土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［1.0 μm×（1.5～5.0）μm］、革兰氏阳性、需氧、形成芽胞。菌落不透明、无色素、光滑、有光泽和边缘整齐。**★生理特性：**最低生长温度为 10～15℃，最高生长温度为 30～45℃，生长 pH 为 7.0～9.5，5% NaCl 时可以生长，7% NaCl 时不能生长。生物素和维生素 B_1 是生长必需的。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解淀粉、酪氨酸和吐温 20，酪蛋白、明胶、吐温 80 和脲酶水解活性可变。能利用柠檬酸。苯丙氨酸脱氨酶为阳性。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、茚三酮反应阳性的磷酸糖脂和一种未知的极性脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37 mol%（T_m）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       cgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcga  acagagaagg  agcttgctcc
61      ttgacgttag  cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtgggcaac  ctaccctata  gtttgggata
121     actccgggaa  accggggcta  ataccgaata  atcttttgtc  cctcatggga  caatactgaa
181     agacggttct  cctgtcgcta  taggatgggc  ccgcggcgca  ttagctagtt  ggtgaggtaa
241     cggctcacca  aggcaacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca  cactgggact
301     gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcttccaca  atgggcgaaa
361     gcctgatgga  gcaacgccgc  gtgagtgttg  aaggatttcg  gttcgtaaaa  ctctgttgta
421     agggaagaac  aagtacagta  gtaactggct  gtaccttgac  ggtaccttat  tagaaagcca
481     cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtaggtg  gcaagcgttg  tccggaatta
541     ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggtggtttct  taagtctgat  gtgaaagccc  acggctcaac
601     cgtggagggt  cattggaaac  tgggagactt  gagtgcagaa  gaggatagtg  gaattccaag
661     tgtagcggtg  aaatgcgtag  agatttggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg  actatctggt
721     ctgtaactga  cactgaggcg  cgaaagcgtg  gggagcaaac  aggattagat  accctggtag
781     tccacgccgt  aaacgatgag  tgctaagtgt  tagggggttt  ccgcccctta  gtgctgcagc
841     taacgcatta  agcactccgc  ctggggagta  cggtcgcaag  actgaaactc  aaaggaattg
901     acgggggccc  gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc  gaagcaacgc  gaagaacctt
961     accaggtctt  gacatcccgt  tgaccactgt  agagatatgg  ttttcccttc  ggggacaacg
```

1021	gtgacaggtg	gtgcatggtt	gtcgtcagct	cgtgtcgtga	gatgttgggt	taagtcccgc
1081	aacgagcgca	acccttgatc	ttagttgcca	tcatttagtt	gggcactcta	aggtgactgc
1141	cggtgacaaa	ccggaggaag	gtggggatga	cgtcaaatca	tcatgcccct	tatgacctgg
1201	gctacacacg	tgctacaatg	gacgatacaa	acggttgcca	actcgcgaga	gggagctaat
1261	ccgataaagt	cgttctcagt	tcggattgta	ggctgcaact	cgcctacatg	aagttggaat
1321	cgctagtaat	cgcggatcag	catgccgcgg	tgaatacgtt	cccgggcctt	gtacacaccg
1381	cccgtcacac	cacgagagtt	tgtaacaccc			

380. *Lysinibacillus tabacifolii*（烟叶赖氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-27-17。*Lysinibacillus tabacifolii* Duan et al.，2013，sp. nov.（烟叶赖氨酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**K3514 = KCTC 33042 = CCTCC AB 2012050。**★16S rRNA 基因序列号：**JQ754706。**★种名释意：***tabacifolii* 中 *tabaci* 为烟草学名之意，*folii* 为叶片之意，故其中文名称为烟叶赖氨酸芽胞杆菌（N.L. n. *tabaci*，scientific name of *Nicotiana tabacum*，the tobacco plant；L. n. *folii*，gen. folium，*tabacifolii*, meaning from a leaf of the tobacco plant）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 K3514^T 是从烟草叶中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～1.5）μm ×（5.0～10.0）μm］、革兰氏阳性、不运动、严格需氧。芽胞椭圆形、末端生、胞囊膨大。KMB 培养基培养 3 d 后，菌落直径为 0.6～1.0 mm，白色、圆形。**★生理特性：**生长温度为 8～40℃（最适 28～32℃）、pH 5.0～10.0（最适 6.0～8.0）和 0～7%的 NaCl（最适 0%）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。API 20E 结果显示，明胶水解、脲酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶为阳性，V-P 反应、硝酸盐还原、β-半乳糖苷酶、色氨酸脱氨酶、产 H_2S 和吲哚为阴性。API ZYM 结果显示，酸性磷酸酶、酯酶（C8）、α-胰凝乳蛋白酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶的活性为阳性，C14 酯酶、C4 酯酶、缬氨酸芳基酰胺酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和岩藻糖苷酶的活性为阴性。Biolog GEN III 结果表明：能利用 D-蜜二糖、α-D-葡萄糖、D-甘露糖、胰蛋白酶、D-山梨醇、糊精、果胶、L-半乳糖酸内酯、D-乳酸甲酯、γ-氨基丁酸和 α-羟酸，不能利用其他物质。能利用 D-葡萄糖产酸。**★化学特性：**主要呼吸醌（> 30%）是 MK-7（H2）和 MK-7。极性脂包含二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。脂肪酸主要为 iso-$C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol 和 $C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.5 mol%。该菌株与 *L. mangiferihumi*、*L. sphaericus*、*L. fusiformis*、*L. xylanilyticus* 的 16S rRNA 相似性分别为 98.3%、97.9%、97.4%和 97.3%，DNA-DNA 杂交关联度分别为 52.7%、47.4%、58.4%和 44.5%。16S rRNA 基因序列如下。

1	ggcgcttaca	tgactctaat	atcgagtcga	gcgacagaga	aggagcttgc	tcctttgacg
61	ttagcggcgg	acgggtgagt	aacacgtggg	caacctaccc	tatagtttgg	gataactccg
121	ggaaaccggg	gctaataccg	aataatctat	tgtccctcat	gggacaatac	tgaaagacgg
181	tttcggctgt	cgctatagga	tgggcccgcg	gcgcattaac	tagttggtga	ggtaacggct
241	caccaaggca	acgatgcgta	acccacctga	gagggtgatc	ggccacactg	ggactgaaac
301	acggcccaga	ctcctacggg	aggcagcagt	agggaatctt	ccacaatggg	cgaaagcctg
361	atggaacaac	gccccgtgag	tgaagaagga	tttcggttcg	taaaactctg	ttgtaaggga

421	agaacaagta	cagtagtaac	tggctgtacc	ttgacggtac	cttattaaaa	agccacggct
481	aactacgtgc	cagcagccgc	ggtaatacgt	aagtggcaag	cgttgtccgg	aattattggg
541	cgtaaagcgc	gcgcaggtgg	tttcttaagt	ctgatgtgaa	agcccacggc	tcaaccgtgg
601	agggtcattg	gaaactggga	gacttgagtg	cagaagagga	tagtggaatt	ccaagtgtag
661	cggtgaaatg	cgtagagatt	tggaggaaca	ccagtggcga	aggcgactat	ctggtctgta
721	actgacactg	aggcgcgaaa	gcgtggggag	caaacaggat	tagataccct	ggtagtccac
781	gccgtaaacg	atgagtgcta	agtgttaggg	ggtttccgcc	ccttagtgct	gcagctaacg
841	cattaagcac	tccgcctggg	gagtacggtc	gcaagactga	aactcaaagg	aattgacggg
901	ggcccgcaca	agcggtggag	catgtggttt	aattcgaagc	aacgcgaaga	accttaccag
961	gtcttgacat	cccgttgacc	actgtagaga	tatggttttc	ccttcgggga	caacggtgac
1021	aggtggtgca	tggttgtcgt	cagctcgtgt	cgtgagatgt	tgggttaagt	cccgcaacga
1081	gcgcaaccct	tgatcttagt	tgccatcatt	tagttgggca	ctctaaggtg	actgccggtg
1141	acaaaccgga	ggaaggtggg	gatgacgtca	aatcatcatg	ccccttatga	cctgggctac
1201	acacgtgcta	caatggacga	tacaaacggt	tgccaactcg	cgagagggag	ctaatccgat
1261	aaagtcgttc	tcagttcgga	ttgtaggctg	caactcgcct	acatgaagcc	ggaatcgcta
1321	gtaatcgcgg	atcagcatgc	cgcggtgaat	acgttcccgg	gccttgtaca	caccgcccgt
1381	cacaccacga	gagtttgtaa	cacccgaagt	cggtgaggta	acctttggag	ccagccgccc
1441	tagagatgga	tatt				

381. *Lysinibacillus varians*（变异赖氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-27-18。*Lysinibacillus varians* Zhu et al.，2014，sp. nov.（变异赖氨酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**GY32 = NBRC 109424 = CGMCC 1.12212 = CCTCC M2011307。**★16S rRNA 基因序列号：**JN860068。**★种名释意：***varians* 为变异之意，故中文名称为变异赖氨酸芽胞杆菌（vári.ans. L. part. adj. *varians*，varying，referring to the change of cell shape）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $GY32^T$ 是从我国广东贵屿电厂废弃物污染的河流沉积物中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状或丝状［（10.0～466.1）μm ×（0.8～1.3）μm］，革兰氏阳性、能运动，形成球形芽胞。LB 培养基培养 24 h 后菌落黄色、圆形、有光泽、不透明、边缘锯齿状。**★生理特性：**生长温度为 15～45℃、pH 6.0～9.0。可耐 4% NaCl（w/v）和 150 mmol/L 的 $NaBO_3$。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能还原硝酸盐。不能水解明胶和淀粉。V-P 反应为阴性。能利用以下底物作为唯一碳源：甘露聚糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-己酮糖、D-木糖、乙酸、α-羟丁酸、α-戊酮酸、L-乳酸、L-苹果酸、L-天冬酰胺、L-谷氨酸、L-丝氨酸，2-脱氧腺苷、丙酸、胸苷和尿苷。不能利用以下底物作为唯一碳源：α-环糊精、葡聚糖、糖原、吐温 40 和吐温 80、N-乙酰-D-半乳糖苷酶、N-乙酰-D-葡萄糖苷酶、苦杏仁苷、D-阿拉伯醇、熊果苷、D-纤维二糖、D-果糖、L-岩藻糖、D-半乳糖、D-半乳糖醛酸、龙胆、D-葡萄糖酸、α-D-葡萄糖、肌醇、α-D-乳糖、乳果糖、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-松三糖、D-蜜二糖、α-甲基-D-半乳糖苷、β-甲基-D-半乳糖苷、3-甲基-D-葡萄糖、α-甲基-D-葡萄糖苷、β-甲基-D-葡萄糖苷、α-甲基-D-甘露糖苷、帕拉金糖、D-阿洛酮糖、D-棉籽糖、L-鼠李糖、水杨苷、景天庚酮聚糖、D-山梨醇、水苏糖、蔗糖、D-海藻糖、松二糖、木糖醇、β-羟基丁酸、γ-羟基丁

酸、对-羟基-苯乙酸、α-酮戊二酸、乳酰胺、D-乳酸甲酯、D-苹果酸、丙酮酸甲酯、琥珀酸单甲酯、丙酮酸、琥珀酰胺酸、琥珀酸、N-乙酰基-L-乳酰胺谷氨酸、L-丙氨酰胺、D-丙氨酸、L-丙氨酸、L-丙氨酰-甘氨酸、甘氨酰-L-谷氨酸、L-焦谷氨酸、腐胺、2，3-丁二醇、甘油、腺苷、肌苷、腺苷 5′-磷酸、胸苷磷酸 5′-尿苷 5′-1-磷酸、D-果糖-6-磷酸、α-D-葡萄糖-1-磷酸、D-葡萄糖-6-磷酸、DL-α-磷酸甘油。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖为 A4α（Lys-Asp）。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂包含二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺；主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:1\omega7c}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.2 mol%。该菌株与 *L. sphaericus* 的 16S rRNA 同源性为 99%，与 *L. sphaericus* JCM 2502^T 间的 *gyrB* 基因同源性及 DNA-DNA 杂交关联度分别为 81%和 52%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggaaatgcgg  gtgctaataa  tgcagtcgag  cgaacagaga  aggagcttgc  tcctttgacg
61    ttagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg  caacctaccc  tatagtttgg  gataactccg
121   ggaaaccggg  gctaataccg  aataatcttt  tgtccctcat  gggacaatac  tgaaagacgg
181   tttcggctgt  cgctatagga  tgggcccgcg  gcgcaataac  tagttggtga  ggtaacggct
241   caccaaggca  acgatgcgta  acccacctga  gagggtgatc  ggccacactg  ggactgaaac
301   acggcccaaa  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt  ccacaatggg  cgaaagcctg
361   atggaacaac  gccgcgtgag  tgaagaagga  tttcggttcc  taaaactctg  ttgtaaggga
421   agaacaagta  cagtaataac  tggctgtacc  ttgacggtac  cttattaaaa  agccacggct
481   aactacctgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aagtggcaag  cgttgtccgg  aattattggg
541   cgtaaagcgc  gcgcaggtgg  tttcttaagt  ctgatgtgaa  agcccacggc  tcaaccgtgg
601   aaggtcattg  gaaactggga  gacttgagtg  cagaagagga  tagtggaatt  ccaagtgtag
661   cggtgaaatg  cgtagagatt  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgactat  ctggtctgta
721   actgacactg  aagcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac
781   gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttaggg  ggtttccgcc  ccttagtgct  gcagctaacg
841   cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggtc  gcaagactga  aactcaaagg  aattgacggg
901   ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag
961   gtcttgacat  cccgttgacc  actgtagaga  tatggttttc  ccttcgggga  caacggtgac
1021  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga
1081  gcgcaaccct  tgatcttagt  tgccatcatt  tagttgggca  ctctaaggtg  actgccggtg
1141  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac
1201  acacgtgcta  caatggacga  tacaaacggt  tgccaactcg  cgagagggag  ctaatccgat
1261  aaagtcgttc  tcagttcgga  ttgtaggctg  caactcgcct  acatgaagcc  ggaatcgcta
1321  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg  gccttgtaca  caccgcccgt
1381  cacaccacga  gagtttgtaa  cacccgaagt  cggtgaggta  accttttgga  gccagccgct
1441  cgaaggtgga  ttgagt
```

382. *Lysinibacillus xylanilyticus*（解木聚糖赖氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-27-19。*Lysinibacillus xylanilyticus* Lee et al.，2010，sp. nov.（解木聚糖赖氨酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**XDB9 = CCUG 57438 = DSM 23493 = KCTC 13423。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ477040。**★种名释意：***xylanilyticus* 中 *xylanum* 为木聚糖之意，*lyticus* 为溶解、降解之意，故其中文名称为解木聚糖赖氨酸芽胞杆菌（N.L. n. *xylanum*，xylan；N.L. masc. adj. *lyticus*（from Gr. masc. adj. *lutikos*），able to loosen，able to dissolve；

N.L. masc. adj. *xylanilyticus*，xylan-dissolving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 XDB9[T] 是从韩国鸡龙山森林腐植质中分离出来的。**★形态特征**：细胞杆状［（0.8～1.0）μm ×（3.0～5.0）μm］、革兰氏阳性、好氧、能运动、形成芽胞。TSA 培养基上形成的菌落呈暗黄色、不透明、圆形、全缘。**★生理特性**：生长温度、pH 和 NaCl 浓度是 10～40℃、5.0～9.0 和 0～5%，最适生长温度是 30℃，4℃或 45℃时不生长；在 pH 为 4.5 或 9.5 时菌株不生长。对硼敏感，在硼浓度为 50 mmol/L、100 mmol/L 或 150 mmol/L 时菌株不生长。**★生化特性**：能水解酪蛋白，不能水解淀粉和吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80。API ZYM 测试结果表明，碱性磷酸酶、酸性磷酸酶和萘酚-AS-BI-磷酸水解酶为阳性；但酯酶（C4）、酯酶（C8）、酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、α-半乳糖苷酶和 β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酸酶、α-葡萄糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。**★化学特性**：细胞壁肽聚糖类型为 A4α，是以 L-赖氨酸-D-天冬氨酸连接的。主要呼吸醌物质为 MK-7。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:1\omega7c}$ alcohol。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。**★分子特性**：DNA 的 G+C 含量是 37.2 mol%。该菌株与赖氨酸芽胞杆菌属的模式菌株 16S rRNA 基因序列相似性为 98.0%～98.5%，与 *L. parviboronicapiens* KCTC 13154[T]、*L. sphaericus* KCTC 3346[T]、*L. fusiformis* KACC 10903[T] 和 *L. boronitolerans* JCM 21713[T] 的 DNA-DNA 杂交关联度是 11%、16%、21%和 27%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgagtaacac  gtgggcaacc  taccttatag  tttgggataa  ctccgggaaa  ccggggctaa
61    taccgaataa  tctattttac  ttcatggtga  aatactgaaa  gacggtttcg  gctgtcgcta
121   taagatgggc  ccgcggcgca  ttagctagtt  ggtgaggtaa  cggctcacca  aggcgacgat
181   gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca  cactgggact  gagacacggc  ccagactcct
241   acgggaggca  gcagtaggga  atcttccaca  atgggcgaaa  gcctgatgga  gcaacgccgc
301   gtgagtgaag  aaggttttcg  gatcgtaaaa  ctctgttgta  agggaagaac  aagtacagta
361   gtaactggct  gtaccttgac  ggtaccttat  tagaaagcca  cggctaacta  cgtgccagca
421   gccgcggtaa  tacgtaggtg  gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca
481   ggcggtcctt  taagtctgat  gtgaaagccc  acggctcaac  cgtggagggt  cattggaaac
541   tgggggactt  gagtgcagaa  gaggaaagtg  gaattccaag  tgtagcggtg  aaatgcgtag
601   agatttggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg  actttctggt  ctgtaactga  cgctgaggcg
661   cgaaagcgtg  gggagcaaac  aggattagat  accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgag
721   tgctaagtgt  tagggggttt  ccgcccctta  gtgctgcagc  taacgcatta  agcactccgc
781   ctggggagta  cggtcgcaag  actgaaactc  aaaggaattg  acgggggccc  gcacaagcgg
841   tggagcatgt  ggtttaattc  gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt  gacatcccgt
901   tgaccactgt  agagatatgg  ttttcccttc  ggggacaacg  gtgacaggtg  gtgcatggtt
961   gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgatc
1021  ttagttgcca  tcatttagtt  gggcactcta  aggtgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag
1081  gtggggatga  cgtcaaatca  tcatgcccct  tatgacctgg  gctacacacg  tgctacaatg
1141  gacgatacaa  acggttgcca  actcgcgaga  gggagctaat  ccgataaagt  cgttctcagt
1201  tcggattgta  ggctgcaact  cgcctacatg  aagccggaat  cgctagtaat  cgcggatcag
1261  catgccgcgg  tgaatacgtt  cccgggcctt  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtt
1321  tgtaacaccc  gaagtcggtg  gggtaacct
```

二十八、高钠芽胞杆菌属（*Natribacillus*）

【属特征描述】细胞杆状［（1.0～1.5）μm ×（3.0～5.0）μm］，能运动，革兰氏阳性，形成芽胞。细胞壁为 A1γ 型，含有 *meso*-二氨基庚二酸。耐碱，嗜温，需氧，嗜盐。过氧化氢酶和氧化酶反应为阳性。硝酸盐还原反应和产气为阴性。主要呼吸醌为 MK-7。主要细胞脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:0}$。模式种是 *Natribacillus halophilus*。**★属名释意：***Natribacillus* 中 *natron* 为钠（需要高浓度钠离子）之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为高钠芽胞杆菌属[Na.tri.ba.cil′lus. N.L. n. *natron*（arbitrarily derived from the Arabic n. *natrun* or *natron*）soda，sodium carbonate；L. masc. n. *bacillus* rod；N.L. masc. n. *Natribacillus* sodium（-requiring）rod，referring to the high sodium ion requirement and the cell shape]。

383. *Natribacillus halophilus*（嗜盐高钠芽胞杆菌）

【种类编号】1-28-1。*Natribacillus halophilus* Echigo et al.，2012，sp. nov.（嗜盐高钠芽胞杆菌）。**★模式菌株：**HN30 = JCM 15649 = DSM 21771。**★**16S rRNA 基因序列号：AB449109。**★种名释意：***halophilus* 中 *hals* 为盐之意，*philos* 为喜好之意，故其中文名称为嗜盐高钠芽胞杆菌（ha.lo′phi.lus. Gr. n. *hals* salt；Gr. adj. *philos* loving；N.L. masc. adj. *halophilus* salt loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 HN30^T 是从日本冈部市埼玉县花园的普通土壤分离得到的。**★形态特征：**琼脂培养基上的菌落是奶油色、不透明。芽胞椭圆形、胞囊膨大。**★生理特性：**可在 7%～23%（w/v）NaCl 条件下生长（最适为 10%～15%），生长 pH 为 6.5～10.0（最适为 8.0～8.5），生长温度为 20～40℃（最适为 30℃）。对氨苄西林（50 μg）、杆菌肽（25 μg）、氯霉素（25 μg）、红霉素（25 μg）、庆大霉素（50 μg）、青霉素 G（25 μg）、利福平（50 μg）、四环素（50 μg）和万古霉素（ 25μg）敏感，对茴香霉素（50 μg）、卡那霉素（50 μg）、新霉素（25μg）、新生霉素（25μg）、普伐他汀（50 μg）和链霉素（100 μg）有抗性。**★生化特性：**鸟氨酸脱羧酶、精氨酸脱羧酶和赖氨酸脱羧酶为阴性。能水解酪氨酸和明胶，不能水解淀粉、支链淀粉、酪蛋白、吐温 80、三丁酸甘油酯、DNA、马尿酸盐、七叶苷、尿素、黄嘌呤和次黄嘌呤。不产吲哚和 H_2S。D-甘露醇、棉籽糖、海藻糖、D-山梨醇和蔗糖可以作为唯一碳源，不能利用 L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、甘油、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、核糖和 D-木糖。能利用乳糖和蔗糖产酸，但不能利用 L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、甘油、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、棉籽糖、核糖、D-山梨醇、海藻糖或 D-木糖产酸。**★化学特性：**主要极性脂是磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 47 mol%。菌株 HN30^T 与亲缘关系最近的 *Geomicrobium halophilum* BH1^T 的 16S rRNA 相似性为 93%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      aggacgaacg  ctggcggcgt  gcctaataca  tgcaagtcga  acggtctaga  ggtgagagtt
61     gagaggtgag  aagtgagctg  tcgtagacat  cggcagagcc  gagtcaccta  aatcccactt
121    cccatttccc  acctctcact  tctagacagt  ggcggccggg  tgagtaacac  gtgggcaacc
```

```
181    tgccgcggag  actggaataa  caccgggaaa  ccggtgctaa  taccggatat  gtccctgcct
241    gcgcctgcag  gcggggagaa  aggcggtctt  ttgaccgcca  ctccgcgagg  ggcccgcggc
301    gcattagctg  gttggtgggg  taaaagccta  ccaaggcgac  gatgcgtcgc  cgacctgaga
361    gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag
421    ggaatcatcc  gcaatggacg  aaagtctgac  ggtgcaacgc  cgcgtgagtg  aggaaggttt
481    tcggatcgta  aagctctgtt  gtgagggaag  aaccccttcg  ggcggaaata  cccggaggct
541    gacggtacct  caccagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag
601    gtggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagggcac  gcaggcggag  cgttaagtct
661    gatgtgaaag  gccggggctc  acccccggaa  tggcattgga  aactggggct  cttgagtgca
721    gaagaggaga  gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc
781    agtggcgaag  gcgactctct  gtctgcgact  gacgctgagg  tgcgaaagcg  tggggagcga
841    acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgttg  agtgctaggt  gttaggggtt
901    tcgatacccg  tagtgccgaa  gcaaacgcaa  taagcactcc  gcctggggag  tacgaccgca
961    aggttgaaac  tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat
1021   tcgaagcaac  gcgaagcacc  ttaccaggcc  ttgacatcct  ctgagcgcct  tggaaacaag
1081   gtttcccttt  tgggcagagt  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga
1141   tgttgggtta  agtcccgtaa  cgagcgcaac  ccttgaatgt  cgttgccagc  attgagttgg
1201   gcactcgaca  ttgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg  tcaaatcatc
1261   atgcccctta  tggcctgggc  gacacacgtg  ctacaatgga  cggtacagag  ggccgcgaag
1321   ccgcgaggtg  gagcgaatcc  ccgaaaaagc  cgttctcagt  tcggattgca  ggctgcaact
1381   cgcctgcatg  aagctggaat  cgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt
1441   cccgggcctt  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagcc  ggcaacaccc  gaagtcgatg
1501   aggcaaccta  cgggagccag  tcgccgaagg  tggggctggt  gattggggtg  aagtcgt
```

二十九、嗜碱芽胞杆菌属（*Natronobacillus*）

【属特征描述】营养细胞为杆状，能运动，形成芽胞，严格发酵代谢。耐氧，极端耐硫化物。细胞含黄色色素。主要脂肪酸为饱和 C_{15}～C_{16} 类型。肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。能固氮。严格嗜碱，极端耐盐。嗜钠（喜好苏打），Cl^-非依赖性。能利用简单的碳水化合物和天然多聚物，如淀粉、木糖和糖原。为低 G+C 含量的 *Bacillus* rRNA group 1 的成员，栖息地为盐碱土壤和盐碱湖沉积物。模式种为 *Natronobacillus azotifigens*。**★属名释意：***Natronobacillus* 中 *natrun* 为苏打碱之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为嗜碱芽胞杆菌属[N.L. n. *natron*（arbitrarily derived from the Arabic n. *natrun* or *natron*）soda，sodium carbonate；N.L. pref. *natrono*-，pertaining to soda；L. masc. n. *bacillus*，a small rod；N.L. masc. n. *Natronobacillus*， soda-loving rod]。

384. *Natronobacillus azotifigens*（固氮嗜碱芽胞杆菌）

【种类编号】1-29-1。*Natronobacillus azotifigens* Sorokin et al.，2008，sp. nov.（固氮嗜碱芽胞杆菌）。**★模式菌株：**24KS-1 = NCCB100215 = UNIQEM U378。**★16S rRNA 基因序列号：**EU143681。**★种名释意：***azotifigens* 中 *azotum* 为氮气之意，*figens* 为固定

之意，故其中文名称为固氮嗜碱芽胞杆菌[a.zo.ti.fi′gens N.L. n. *azotum*（from Fr. n. azote），nitrogen；L. part. adj. *figens*，fixing，attaching；N.L. part. adj. *azotifigens*，nitrogen-fixing]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 24KS-1^{T}是从蒙古东南部的西伯利亚西南地区苏打土壤（soda soils）和埃及利比亚沙漠分离得到的。**★形态特征：**细胞为薄而弯曲的杆状［（0.4～0.5）μm ×（2.0～6.0）μm］，黄色素吸收波长为 435 nm，借助周生鞭毛运动，革兰氏阳性，固氮，专性嗜碱。**★生理特性：**生长 pH 为 7.5～10.6（最适为 9.5～10），耐盐性浓度为 0.2～4 mol/L Na^+（最适为 1.0～1.5 mol/L）。中度嗜温，最适生长温度为 36～38℃。极端耐硫。**★生化特性：**能利用葡萄糖、果糖、麦芽糖、木糖、半乳糖、蔗糖、纤维二糖、棉籽糖，能微弱利用核糖、乳糖、甘露糖、蜜二糖、松三糖和阿拉伯糖。能水解淀粉、木聚糖和糖原。葡萄糖发酵产生乙酸盐、乙醇和甲酸盐。**★化学特性：**极性脂包含磷脂酸、磷脂酰乙醇胺和磷脂酰甘油。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{13:0}$、$C_{16:0}$、anteiso-$C_{17:0}$和 iso-$C_{13:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.1mol%～38.5 mol%（T_m）。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 24KS-1^T 是 *Bacillus* rRNA group 1 的成员之一，且与 *Amphibacillus tropicus* 的亲缘关系最近。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gagttncnct  gtttgatcct  ggctcaggac  gaacgcaggc  ggcgtgccta  atacatgcaa
61     gtcgagcgca  ggaaactcat  cngatccctt  cggggtgacg  agagtggaat  gagcggcgga
121    cgggtgagta  acacgtgggc  aacctacctg  taagactggg  ataactccgg  gaaaccgggg
181    ctaataccgg  ataattctct  ccttcacatg  aaggggaagt  gaaaggcggc  ttttgctgtc
241    acttacagat  gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtgag  gtaacggctc  accaaggcaa
301    cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac
361    tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac  gaaagtctga  cggagcaacg
421    ccgcgtgaac  gaagaaggtt  ttcggatcgt  aaagttctgt  tgttagggaa  gaacaagtag
481    gagtcgaata  ggctcctgcc  ttgacggtac  ctaacgagaa  agccccggct  aactacgtgc
541    cagcagccgc  ggtaatacgt  agggggcaag  cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc
601    gcgcaggcgg  ttctttaagt  ctgatgtgaa  atcttgcggc  tcaaccgcaa  gcggtcattg
661    gaaactgggg  aacttgagta  cagaagagga  gagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg
721    cgtagatatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgactct  ctggtctgta  actgacgctg
781    aggtgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg
841    atgagtgcta  ggtgttaggg  ggtttccgcc  ccttagtgct  gcagttaacg  cattaagcac
901    tccgcctggg  gagtacggcc  gcaaggctga  aactcaaaag  aattgacggg  gacccccaca
961    agcggtggaa  catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat
1021   cccttgccac  ccctagagat  agggcgttcc  ctttggggac  aaggtgacag  gtggtgcatg
1081   gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg
1141   atcttagttg  ccagcattta  gttgggcact  ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg
1201   aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac  acgtgctaca
1261   atggatggta  caaagggcag  cgaagccgcg  aggtgaagca  aatcccataa  aaccattctc
1321   agttcggatt  gtaggctgca  actcgcctac  atgaagccgg  aatcgctagt  aatcgcggat
1381   cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggt  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga
1441   gttagcaaca  cccgaagtcg  gtgaggtgac  cat
```

三十、大洋芽胞杆菌属（*Oceanobacillus*）

【属特征描述】细胞杆状、革兰氏阳性、专性好氧、兼性嗜碱、极度耐盐、以周生鞭毛运动，形成芽胞、次端生或端生、胞囊轻微膨大。生长温度是 15～42℃。菌落呈圆形。能利用葡萄糖、甘露糖、麦芽糖和松二糖生长。能利用下列化合物产酸：葡萄糖、甘露糖、甘油、果糖和麦芽糖。不能利用下列化合物产酸：木糖、鼠李糖、山梨醇、海藻糖、半乳糖、乳糖或蜜二糖。过氧化氢酶为阳性；氧化酶反应可变；DNA 酶和脲酶为阴性；V-P 反应和柠檬酸盐利用反应为阴性；不产吲哚和 H_2S；氨肽酶和 KOH 测试为阴性；硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。细胞抗红霉素；但对氨苄西林敏感。模式菌株的 DNA 的 G+C 含量为 35.8 mol%。细胞的主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{14:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。模式菌株为 *Oceanobacillus iheyensis*。**★属名释意：***Oceanibulbus* 中 *oceanos* 为海洋之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为大洋芽胞杆菌属（Gr. n. *oceanos*，ocean；L. masc. n. *bacillus*，rod；N.L. masc. n. *Oceanobacillus*，an ocean rod）。

385. *Oceanobacillus caeni*（淤泥大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-1。*Oceanobacillus caeni* Nam et al.，2008，sp. nov.（淤泥大洋芽胞杆菌）。**★模式菌株：**S-11 = CCUG 53534 = CIP 109363 = KCTC 13061。**★16S rRNA 基因序列号：**AB275883。**★种名释意：***caeni* 为淤泥、泥浆之意，故其中文名称为淤泥大洋芽胞杆菌（L. gen. n. *caeni*，of mud。）

【种类描述】★菌株来源：菌株 S-11^T 是从韩国南部以芽胞杆菌为主导的污水处理系统的活性污泥中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.6）μm ×（2.0～2.2）μm］、革兰氏阳性、好氧、以次单极鞭毛运动，形成芽胞、椭球形、中生。MA 培养基上形成的菌落呈圆形、低凸、光滑、半透明、奶油色。**★生理特性：**生长温度是 20～45℃，最适生长温度是 30～40℃；生长的 pH 是 6.0～9.0，最适生长 pH 是 7.0。无 NaCl 或浓度高于 10%时菌株不生长，最适生长 NaCl 浓度是 2%～5%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。产 α-葡萄糖苷酶和 3-羟基丁酮，不产 H_2S 和吲哚。不能水解七叶苷。精氨酸双水解酶、β-半乳糖苷酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶和明胶酶为阴性。利用下列碳源产酸：甘油、L-阿拉伯糖、D-木糖、核糖、葡萄糖、果糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、肌醇、山梨醇、N-乙酰氨基葡萄糖和麦芽糖。利用甘露糖和蜜二糖产酸弱。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。细胞主要脂肪酸是 iso-$C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 33.6 mol%。该菌株与 *O. profundus* CL-MP28^T、*O. picturae* LMG 19492^T、*O. iheyensis* HTE381^T 和 *O. chironomi* T3944D^T 的 16S rRNA 的同源性分别为 96.2%、95.1%、94.3%和 93.1%，与 *O. profundus* CL-MP28^T、*O. picturae* LMG 19492^T 和 *O. iheyensis* HTE381^T 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 44.8%、60.1%和 66%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    gctggaagct  aatttcatcc  cttcgggatg  aaattagtgg  aaagagcggc  ggacgggtga
121   gtaacacgtg  ggcaacctac  ctataagact  gggataactc  gcggaaacgt  gagctaatac
```

181 cggataatac tttttattgc ataataagga gtttgaaagg cggcgtaagc tgtcacttat
241 agatgggccc gcggcgcatt agctagttgg tgaggtaaag gctcaccaag gcaacgatgc
301 gtagccgacc tgagagggtg atcggccaca ctgggactga gacacggccc agactcctac
361 gggaggcagc agtagggaat cttccgcaat ggacgaaagt ctgacggaac aacgccgcgt
421 gagtgaagaa ggttttcgga tcgtaaaact ctgttgttag ggaagaacaa gtcaggtagt
481 aactgacctg accttgacgg tacctaacca gaaagccacg gctaactacg tgccagcagc
541 cgcggtaata cgtaggtggc aagcgttgtc cggatttatt gggcgtaaag cgctcgcagg
601 cggtctttta agtctgatgt gaaagcccac ggcttaaccg tggagggtca ttggaaactg
661 gaggacttga gtgcagaaga ggagagtgga attccatgtg tagcggtgaa atgcgtagag
721 atatggagga acaccagtgg cgaaggcgac tctctggtct gtaactgacg ctgaggagcg
781 aaagcgtggg tagcgaacag gattagatac cctggtagtc cacgccgtaa acgatgagtg
841 ctaggtgtta gggggtttcc gccccttagt gctgaagtta acgcattaag cactccgcct
901 ggggagtacg gccgcaaggc tgaaactcaa aagaattgac ggggacccgc acaagcggtg
961 gagcatgtgg tttaattcga agcaacgcga agaaccttac caggtcttga catcctttcg
1021 acctccctag agatagggat ttcccttcgg ggacgaaagt gacaggtggt gcatggttgt
1081 cgtcagctcg tgtcgtgaga tgttgggtta agtcccgcaa cgagcgcaac ccttgatctt
1141 agttgccagc attaagttgg gcactctaag gtgactgccg gtgacaaacc ggaggaaggt
1201 ggggatgacg tcaaatcatc atgcccctta tgacctgggc tacacacgtg ctacaatgga
1261 tggtacaaag ggcagcgaaa ccgcaaggtc aagcaaatcc cataaaacca ttctcagttc
1321 ggattgtagg ctgcaactcg cctacatgaa gccggaatcg ctagtaatcg cggatcagca
1381 tgccgcggtg aatacgttcc cgggtcttgt acacaccgcc cgtcacacca cgagagttgg
1441 taacacccga agtcggtgag gtaacctttt ggagccagcc gccgaaggtg ggaccaatga
1501 ttggggtgaa gtcgtaacaa ggtaaccca

386. *Oceanobacillus chironomi*（摇蚊大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-2。*Oceanobacillus chironomi* Raats and Halpern，2007，sp. nov.（摇蚊大洋芽胞杆菌）。★**模式菌株：**T3944D = DSM 18262 = LMG 23627。★**16S rRNA 基因序列号：**DQ298074。★**种名释意：***chironomi* 意为模式菌株分离自摇蚊卵，故其中文名称为摇蚊大洋芽胞杆菌（N.L. gen. n. *chironomi*，of *Chironomus*，named after the non-biting midge insect of the genus *Chironomus*（Chironomidae：Diptera）from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 T3944D^T 是从以色列北部一污染稳定的河塘中采集的摇蚊卵中分离得到的。★**形态特征：**细胞杆状［（0.8～1.0）μm ×（1.3～3.0）μm］、革兰氏阳性、专性好氧、兼性嗜碱、有时以链状生长、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭球形、端生或次端生、胞囊膨大。菌落呈圆形或奶油色。随着培养时间延长，菌落中心颜色加深。不发酵碳水化合物。★**生理特性：**生长 pH 是 6.5～10，最适生长 pH 是 8.5。生长的 NaCl 浓度是 0～11%，最适生长 NaCl 浓度是 1%～3%；生长温度是 12～46℃，最适生长温度是 37℃。细胞耐四环素，但对下列化合物敏感：青霉素 G、万古霉素、氨苄西林、链霉素、氯霉素、杆菌肽、新生霉素、庆大霉素、新霉素、卡那霉素。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不产吲哚。不能水解 OPNG。苯丙氨酸脱氨酶为阴性。能利用下列化合物：糊精、N-乙酰-D-葡萄糖胺、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、α-D-乳糖、

麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露糖、D-蜜二糖、D-核糖、α-酮戊二酸、α-酮基缬草酸、L-丙氨酰胺、2，3-丁二醇、甘油和腺苷。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$（60.0%）和 anteiso-$C_{17:0}$（12.9%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 38.1 mol%。该菌株与 *O. oncorhynchi* subsp. *incaldanensis* DSM 16557[T]、*O. oncorhynchi* subsp. *oncorhynchi* JCM 12661[T]、*O. iheyensis* JCM 11309[T] 和 *O. picturae* LMG 19416 [T] 的 16S rRNA 同源性分别为：94.9%、94.8%、94.7%和 94.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tttgattatg  gctcaggacg  aacgctggcg  gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgagcgcgt
61    gaaacttttc  agaactcttc  ggagtgacga  attgtggatc  gagcggcgga  cgggtgagta
121   acacgtgggc  aacctgcctg  taagatcggg  ataacttgcg  gaaacgtgag  ctaataccgg
181   ataatgtctt  ttacctcctg  gtaaaagaat  gaaagacggt  tttgctgtca  cttacagatg
241   ggcccgcggc  gcattagcta  gttggtgggg  taatggccta  ccaaggcgac  gatgcgtagc
301   cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag
361   gcagcagtag  ggaatcttcc  gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagtg
421   atgaaggttt  tcggatcgta  aaactctgtt  gttagggaag  aacaagtacg  agagtaactg
481   ctcgtacctt  gacggtacct  aaccagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg
541   taatacgtag  gtggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgctc  gcaggcggtc
601   ttttaagtct  gatgtgaaat  cttacggctc  aaccgtaagc  ggtcattgga  aactggagga
661   cttgagtaca  gaagaggaga  gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg
721   gaggaacacc  agtggcgaag  gcgactctct  ggtctgtaac  tgacgctgag  gagcgaaagc
781   gtggggagca  aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctagg
841   tgttaggggg  tttccgcccc  cttagtgctg  aagttaacgc  attaagcact  ccgcctgggg
901   agtacggccg  caaggctgaa  actcaaaaga  attgacgggg  acccgcacaa  gcggtggagc
961   atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ccactggccg
1021  ctatggagac  atagctttcc  cttcggggac  agtggtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc
1081  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt
1141  gccagcattt  agttgggcac  tctaaggtga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg
1201  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac  aatggatgga
1261  acaaagggga  gcaaaaccgc  gaggtcaagc  aaatcccata  aaaccattct  cagttcggat
1321  tgcaggctgc  aactcgcctg  catgaagccg  gaatcgctag  taatcgtgga  tcagcatgcc
1381  acggtgaata  cgttcccggg  tcttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agtcggtaac
1441  acccgaagtc  ggtgaggtaa  cctttatgga  g
```

387. *Oceanobacillus chungangensis*（中央大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-3。*Oceanobacillus chungangensis* Lee et al.，2014，sp. nov.（中央大洋芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CAU 1051 =KCTC 33035 = CCUG 63270。**★16S rRNA 基因序列号：**NR109672。**★种名释意：***chungangensis* 为韩国中央大学之意，故其中文名称为中央大洋芽胞杆菌（chung.ang.en′sis. N.L. masc.adj. *chungangensis* belonging to Chung-Ang University where the taxonomic studies on this species were performed）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CAU 1051[T] 从沙丘样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性，形成芽胞，杆状［（0.5～0.7）μm×（1.7～3.3）μm］，通过周生鞭毛运动，好氧，在 MA 培养基上 30℃培养 3 d，菌落为圆形、奶油状、凸起。**★生理特性：**最适

生长 pH 和温度分别为 5.0 和 30℃，不需在盐条件下生长，但忍受的 NaCl 浓度为 10.0%（w/v）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解七叶苷。D-核糖、D-果糖、D-甘露糖和水杨苷能产酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7；细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸；极性脂类包含二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、6 种未知的磷脂和一种未知的糖脂类；全细胞壁糖类为葡萄糖和核糖；主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 36.3 mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示菌株 CAU 1051^T 与 *O. profundus* CL-MP28^T、*O. caeni* S-11^T 和 *O. picturae* LMG19492^T 的同源性分别达到 96.8%、95.6%和 95.3%。CAU 1051^T 与 *O. profundus* KCTC 13625^T 的 DNA-DNA 杂交关联度为（28.2±0.7）%。16S rRNA 基因序列如下。

1 ttgctcagga cgaacgctgg cggcgtgcct aatacatgca agtcgagcgc aggaagcaag
61 ttgatccctt cggggtgaaa tttgtggaat gagcggcgga cgggtgagta acacgtgggc
121 aacctacctg taagatcggg ataactcgcg gaaacgtgag ctaataccgg ataacacttt
181 tcatctcatg gtgagaagat gaaaggcggc gcaagctgtc acttacagat gggcccgcgg
241 cgcattagct agttggtggg gtaaaggctc accaaggcaa cgatgcgtag ccgacctgag
301 agggtgatcg gccacactgg gactgagaca cggcccagac tcctacggga ggcagcagta
361 gggaatcttc cgcaatggac gaaagtctga cggagcaacg ccgcgtgagt gatgaaggtt
421 ttcggatcgt aaaactctgt tgttagggaa gaacaagtat gatagtaact gatcatacct
481 tgacggtacc taaccagaaa gccacggcta actacgtgcc agcagccgcg gtaatacgta
541 ggtggcaagc gttgtccgga attattgggc gtaaagcgct cgcaggcggt cttttaagtc
601 tgatgtgaaa tctcgtggct taaccacgaa cggtcattgg aaactggagg acttgagtac
661 agaagaggag agtggaattc cacgtgtagc ggtgaaatgc gtagagatgt ggaggaacac
721 cagtggcgaa ggcgactctc tggtctgtaa ctgacgctga ggagcgaaag cgtggggagc
781 gaacaggatt agataccctg gtagtccacg ccgtaaacga tgagtgctag gtgttagggg
841 gtttccgccc cttagtgctg aagttaacgc attaagcact ccgcctgggg agtacggccg
901 caaggctgaa actcaaaaga attgacgggg gcccgcacaa gcggtggagc atgtggttta
961 attcgaagca acgcgaagaa ccttaccagg tcttgacatc cttttgccct ccctagagat
1021 agggatttcc cttcggggac aaaagtgaca ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc
1081 gtgagatgtt gggttaagtc ccgcaacgag cgcaaccctt gatcttagtt gccagcatta
1141 agttgggcac tctaaggtga ctgccggtga caaaccggag gaaggtgggg atgacgtcaa
1201 atcatcatgc cccttatgac ctgggctaca cacgtgctac aatggatgga acaaagggct
1261 gcaaaaccgc gaggtcaagc aaatcccata aaaccattct cagttcggat tgtaggctgc
1321 aactcgccta catgaagccg gaatcgctag taatcgcgga tcagcatgcc gcggtgaata
1381 cgttcccggg ccttgtacac accgcccgtc acaccacgag agtcggtaac acccgaagtc
1441 ggtgaggtaa ccttttggaa cccgcccccc aaagggggaa ccatggttgg ggggaaatcc
1501 taaccaggga accctattcg aagggggcgg tga

388. *Oceanobacillus gochujangensis*（苦椒酱大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-4。*Oceanobacillus gochujangensis* Jang et al.，2014，sp. nov.（苦椒酱大洋芽胞杆菌）。**★模式菌株：**TK1655 = KCCM 101304 = KCTC 33014T = CIP110582 = NBRC 109637。**★16S rRNA 基因序列号：**JN808225。**★种名释意：***gochujangensis* 为韩国传统发酵食品苦椒酱之意，故其中文名称为苦椒酱大洋芽胞杆菌（go.chu′jang.en.sis.

N.L. gen. n. *gochujangensis* of gochujang，a traditional Korean fermented food）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 TK1655[T] 从韩国传统食品苦椒酱样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性、极生鞭毛、杆状［（0.5～0.6）μm×（1.1～2.6）μm］、专性需氧、形成芽胞。菌落为圆形、光滑、微凸、奶油色、直径为 0.5～1.0 mm。**★生理特性：**生长条件为生长温度 20～40℃（最适温度 30℃）、pH 为 6.0～10.0（最适 pH 为 7.0）、NaCl 浓度为 2%～16%（最适浓度为 2%）。对氨苄西林、羧苄西林、氯霉素、卡那霉素、大观霉素、链霉素、四环素、庆大霉素敏感。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶为阳性。能水解七叶苷，不能水解吐温 60、酪蛋白和明胶。硝酸盐不能还原为亚硝酸盐。碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶为阳性，酯酶（C8）、脂肪酶、亮氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、β-葡萄糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶、α-岩藻糖苷酶为阴性。利用下列化合物产酸：D-阿糖醇、纤维二糖、D-果糖、半乳糖、D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、核糖、蔗糖、海藻糖、D-木糖、甘油、甘露醇、D-岩藻糖、L-阿拉伯糖。但不能利用下列化合物产酸：乳糖、D-棉籽糖、山梨醇、L-山梨糖、L-木糖、D-阿拉伯糖、核糖醇、β-甲基-木糖苷、鼠李糖、半乳糖、N-乙酰葡萄糖胺、熊果苷、水杨苷、菊糖、β-苦杏仁糖、D-松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、L-海藻糖、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐。**★化学特性：**细胞壁含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰胆碱。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 40.5 mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析结果显示，菌株 TK1655[T] 与 *O. oncorhynchi* subsp. *incaldanensis* DSM 16557[T]、*O. oncorhynchi* subsp. *oncorhynchi* JCM 12661[T]、*O. locisalsi* KCTC 13253[T] 和 *O. sojae* JCM 15792[T] 的同源性分别为 97.2%、97.1%、97.0%和 96.9%。菌株 TK1655[T] 与 KCTC 13253[T]、DSM 16557[T]、JCM 12661[T] 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 45.7%、43.8%和 41.9%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  catggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    gcaggaagca  gacggaactc  ttcggaggga  agtctgtgga  atgagcggcg  gacgggtgag
121   taacacgtag  gcaacctgcc  tgtaagactg  ggataactcg  cggaaacgcg  agctaatacc
181   ggataatact  taacatctcc  tggtgataag  ttgaaaggcg  gcttttgctg  tcacttacag
241   atgggcctgc  ggcgcattag  ctagttggtg  aggtaacggc  ttaccaaggc  gacgatgcgt
301   agccgacctg  agagggtgat  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg
361   gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  ggccgcgtga
421   gtgatgaagg  ttttcggatc  gtaaaactct  gttgtcaggg  aagaacaagt  cgggtagtaa
481   ctgacccggc  cttgacggta  cctgaccaga  aagccacggc  taactacgtg  ccagcagccg
541   cggtaatacg  taggtggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  ctcgcaggcg
601   gttctttaag  tctgatgtga  aatcttgcag  ctcaactgca  aacgtgcatt  ggaaactgga
661   ggacttgagt  gcagaagagg  agagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat
721   gtggaggaac  accagtggcg  aaggcgactc  tctggtctgt  aactgacgct  gaggagcgaa
781   agcgtgggga  gcgaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct
841   aggtgttagg  gggcttccgc  cccttagtgc  tgaagttaac  gcattaagca  ctccgcctgg
901   ggagtacggc  cgcaaggctg  aaactcaaaa  gaattgacgg  ggacccgcac  aagcggtgga
961   gcatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcctttgacc
```

1021	gctctagaga	tagagttttc	ccttcgggga	caaagtgaca	ggtggtgcat	ggttgtcgtc
1081	agctcgtgtc	gtgagatgtt	gggttaagtc	ccgcaacgag	cgcaacccctt	gatcttagtt
1141	gccagcattt	agttgggcac	tctaaggtga	ctgccggtga	caaaccggag	gaaggtgggg
1201	acgacgtcaa	gtcatcatgc	cccttatgac	ctgggctaca	cacgtgctac	aatggacgga
1261	acaaagggaa	gcgaatcggc	gacgcctagc	aaatcccaca	aaaccgttct	cagttcggat
1321	tgcaggctgc	aactcgcctg	catgaagccg	gaatcgctag	taatcgcgga	tcagcatgcc
1381	gcggtgaata	cgttcccggg	tcttgtacac	accgcccgtc	acaccacgag	agttcgtaac
1441	acccgaagtc	ggtgaggtaa	cacaatacgt	gagccagccg	ccgaaggtgg	gacgaatgat
1501	tggggtgaag	tcgtaacaag	gtatcc			

389. *Oceanobacillus halophilum*（嗜盐大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-5。*Oceanobacillus halophilum* Tang et al.，2014，sp. nov.（嗜盐大洋芽胞杆菌）。**★模式菌株：**GD01 = CCTCC AB 2012863 = KCTC 33101。**★16S rRNA 基因序列号：**JX274441。**★种名释意：***halophilum* 中 *halos* 为盐之意，*philos* 为喜好之意，故其中文名称为嗜盐大洋芽胞杆菌（ha.lo′phi.lum. Gr. n. *halos* salt；Gr. adj. *philos* loving；N. L. neut. adj. *halophilum* salt-loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 GD01^T 从我国南海附近的红树林土壤样品中分离而来。**★形态特征：**菌株 GD01^T 为嗜氧、有氧细菌。革兰氏阳性，杆状［（0.2～0.5）μm ×（1.2～2.0）μm］，依靠周生鞭毛运动，形成芽胞。**★生理特性：**菌株可在 NaCl 浓度库库为 0.5%～12%（w/v）条件下生长，最适盐浓度为 3%～5%（w/v）。生长温度为 20～50℃，最适为 30℃。生长 pH 为 6.0～8.5（最适 7.0）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不能水解明胶和酪蛋白。不能还原硝酸盐。β-半乳糖苷酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶为阴性。不产 H_2S 和吲哚。能利用下列物质产酸：阿拉伯糖、半乳糖醇、甲基-α-D-葡萄糖、水杨酸、木糖醇、D-来苏糖、钾-2-酮基-葡萄糖酸。但不能利用下列物质产酸：甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-木糖苷、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、菊糖、D-甘露醇、甲基-α-D-葡糖、N-乙酰氨基葡萄糖、苦杏仁苷、熊果苷、纤维二糖、D-麦芽糖、D-乳糖、D-蜜二糖、D-蔗糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。极性磷脂包含二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、糖脂、4 种未知的脂类及 4 种未知的磷脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（34.5%）、iso-$C_{16:0}$（13.7%）、anteiso-$C_{17:0}$（12.6%）、iso-$C_{15:0}$（9.9%）、iso-$C_{14:0}$（9.5%）和 $C_{16:0}$（5.0%）。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 38.7 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，菌株 GD01^T 与 *O. profundus* DSM 18246^T 聚在同一类群，同源性达 96.4%，与 *O. caeni* KCTC 13061^T 和 *O. oncorhynchi* JCM12661^T 的同源性分别为 95.4%和 94.5%。16S rRNA 基因序列如下。

1	attcggggcg	gtctataatg	cagtcgagcg	cgggagctca	ccaatcccct	tcgggggagc
61	ggtgagtgga	acgagcggcg	gacgggtgag	taacacgtgg	gcaacctgcc	tgtaagatcg
121	ggataactcg	cggaaacgtg	agctaatacc	ggataacaat	tcttatcgca	tggtaagaat
181	ttgaaagacg	gcgtaagctg	tcacttacag	atgggcccgc	ggcgcattag	ctagttggtg
241	gggtaaaagc	ctaccaaggc	gacgatgcgt	agccgacctg	agagggtgat	cggccacact
301	gggactgaga	cacggcccag	actcctacgg	gaggcagcag	tagggaatct	tccgcaatgg

```
361     acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  tcttcggatc  gtaaaactct
421     gttgttaggg  aagaacaagt  tggatagtaa  ctgatccaac  cttgacggta  cctaaccaga
481     aagccacggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  taggtggcaa  gcgttgtccg
541     gatttattgg  gcgtaaagcg  ctcgcaggcg  gtcttttaag  tctgatgtga  aatcttgcgg
601     cttaaccgta  agcggtcatt  ggaaactgga  ggacttgagt  gcagaagagg  agagtggaat
661     tccatgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  atggaggaac  accagtggcg  aaggcgactc
721     tctggtctgt  aactgacgct  gaggagcgaa  agcgtgggta  gcgaacagga  ttagataccc
781     tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aggtgttagg  gggtttccgc  cccttagtgc
841     tgaagttaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggc  cgcaaggctg  aaactcaaaa
901     gaattgacgg  ggacccgcac  aagcggtgga  gcatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag
961     aaccttacca  ggtcttgaca  tcctttcgac  ctccctagag  atagggattc  cccttcgggg
1021    gcgaaagtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag
1081    tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcat  taagttgggc  actctaaggt
1141    gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg
1201    acctgggcta  cacacgtgct  acaatggatg  gtacaaaggg  cagcgaaacc  gtgaggtcaa
1261    gcaaatccca  taaaaccatt  ctcagttcgg  attgtaggct  gcaactcgcc  tacatgaagc
1321    cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggtcttgtac
1381    acaccgcccg  tcacaccacg  agagttggta  acacccgaag  tcggtgaggt  aacctttttg
1441    agccagccgc  taatcgatcc  ct
```

390. *Oceanobacillus iheyensis*（伊平屋桥大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-6。*Oceanobacillus iheyensis* Lu et al.，2002，sp. nov.（**伊平屋桥大洋芽胞杆菌**）。**★模式菌株：**HTE831 = JCM 11309 = DSM 14371。**★16S rRNA 基因序列号：**AB010863。**★种名释意：***iheyensis* 为伊平屋桥之意，故其中文名称为伊平屋桥大洋芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *iheyensis*，pertaining to the Iheya Ridge，Okinawa Trough，Japan）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $HTE831^T$ 是从 1050 m 伊岭上收集的深海沉积物中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.8）μm ×（2.5～3.5）μm］、革兰氏阳性、严格需氧、极端耐盐、嗜碱、通过周生鞭毛运动、形成椭圆形芽胞。菌落呈奶油色。**★生理特性：**生长的 NaCl 浓度为 0～21%（w/v），最适生长 NaCl 浓度是 3%；生长的温度是 15～42℃，最适生长温度是 30℃；生长的 pH 是 6.5～10，最适生长 pH 是 7.0～9.5。细胞抗萘啶酮酸和大观霉素，但对下列化合物敏感：庆大霉素、卡那霉素、四环素、杆菌肽、羧苄西林、氯霉素、新生霉素、青霉素 G 和利福平。**★生化特性：**能水解明胶、酪蛋白、吐温 40 和吐温 60，不能水解淀粉。能利用 α-D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露糖和松二糖。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35.8 mol%。基因组大小为 3.6 Mb。该菌株与 *B. halodenitrificans*、*Halobacillus*、*Gracilibacillus*、*Virgibacillus* 和 *Salibacillus* 的菌株 16S rRNA 同源性为 90.5%～94.4%，DNA-DNA 杂交关联度低于 30%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61      gcatgaaatt  atttgattct  cttcggagtt  gacgataatg  gaatgagcgg  cggacgggtg
121     agtaacacgt  aggcaacctg  cctgtaagac  tgggataact  cgtggaaacg  cgagctaata
```

```
181   ccggataaca  ctttttatct  cctgatgaga  agttgaaagg  cggcttttgc  tgtcacttac
241   agatgggcct  gcggcgcatt  agctagttgg  taaggtaacg  gcttaccaag  gcgacgatgc
301   gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac
361   gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat  ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt
421   gagtgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaaact  ctgttgttag  ggaagaacaa  gtactatagt
481   aactgatagt  accttgacgg  tacctaacca  gaaagccacg  gctaactacg  tgccagcagc
541   cgcggtaata  cgtaggtggc  aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgctcgcagg
601   cggttcttta  agtctgatgt  gaaatcttac  ggctcaaccg  taaacgtgca  ttggaaactg
661   gggaacttga  gtgcagaaga  ggagagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag
721   atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcgac  tctctggtct  gtaactgacg  ctgaggagcg
781   aaagcgtggg  gagcgaacag  gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg
841   ctaggtgtta  gggggtttcc  gccccttagt  gctgaagtta  acgcattaag  cactccgcct
901   ggggagtacg  gccgcaaggc  tgaaactcaa  aagaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg
961   gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catcctctga
1021  acactctaga  gatagagttt  tcccttcggg  gacagagtga  caagtggtgc  atggttgtcg
1081  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgatcttag
1141  ttgccagcat  taagttgggc  actctaaggt  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg
1201  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatggatg
1261  gaacaaaggg  aagcgaaccc  gcgaggtcaa  gcaaatccca  caaaaccatt  ctcagttcgg
1321  attgtaggct  gcaactcgcc  tacatggagc  cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg
1381  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagttggta
1441  acacccgaag  tcggtgaggt  aaccgtaagg  agccagccgc  cgaaggtggg  actaatgatt
1501  ggggtgaagt  cgtaacaagg  taacc
```

391. *Oceanobacillus indicireducens*（靛蓝还原大洋芽孢杆菌）

【种类编号】1-30-7。*Oceanobacillus indicireducens* Hirota et al.，2013，sp. nov.（靛蓝还原大洋芽孢杆菌）。**★模式菌株：**A21=JCM 17251=NCIMB 14685。**★16S rRNA 基因序列号：**NR113330。**★种名释意：***indicireducens* 中 *indicum* 为靛蓝之意，*reducens* 为还原之意，故其中文名称为靛蓝还原大洋芽孢杆菌（L. n. *indicum*，indigo；L. part. adj. *reducens*，reducing；N.L. part. adj. *indicireducens*，indigo-reducing）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $A21^T$ 从实验室蓼属植物靛蓝发酵 4 d 的酒样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性，形成芽孢，兼性嗜碱和嗜盐，兼性厌氧，杆状，依靠周生鞭毛运动。**★生理特性：**生长温度为 18～48℃，最适温度为 39℃，生长 pH 为 7～12。**★生化特性：**可水解酪蛋白、明胶和吐温 20，不可水解木聚糖、纤维素、吐温 40、吐温 60 和吐温 80、淀粉和 DNA。由下列物质产酸：赤藓糖醇、L-阿拉伯糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、肌醇、甘露醇、N-乙酰-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、蔗糖、麦芽糖、海藻糖、棉籽糖、淀粉、糖原和苦杏仁糖，但不能由 API 50CH 系统中的其他物质产酸。**★化学特性：**未检测出呼吸醌。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 39.7 mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示菌株 $A21^T$ 与 *O. chironomi* 模式菌株的同源性达到了 96.0%。$A21^T$ 和 *O. chironomi* DNA-DNA 杂交关联度达 13%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      tcaggacgaa  cgctggcggc  gtgcctaata  catgcaagtc  gagcgcggga  aacttttcag
61     atctcttcgg  agtgacgaat  tgtggancga  gcggcggatg  ggtgagtaac  acgtgggcaa
121    cctgcctgta  agatcgggat  aacttgcgga  aacgtgagct  aataccggat  aaagcttcac
181    atctcctgat  gtgttgatga  aagacggctc  tgctgtcact  tacagatggg  cccgcggcgc
241    attagctagt  tggtggggta  aaggcctacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg
301    gtgatcggcc  acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg
361    aatcttccgc  aatggacgaa  agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgagtgat  gaaggttttc
421    ggatcgtaaa  actctgttgt  cagggaagaa  caagtttgag  agtaactgct  cagaccttga
481    cggtacctga  ccagaaagcc  acggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggt
541    ggcaagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta  aagcgctcgc  aggcggtctt  ttaagtctga
601    tgtgaaatct  tgcggcttaa  ccgtaagcgg  tcattggaaa  ctggaggact  tgagtacaga
661    agaggagagt  ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaacaccag
721    tggcgaaggc  gactctctgg  tctgtaactg  acgctgagga  gcgaaagcgt  ggggagcaaa
781    caggattaga  taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaggtg  ttaggggggtt
841    tccgcccctt  agtgctgcag  ttaacgcatt  aagcactccg  cctggggagt  acggccgcaa
901    ggctgaaact  caaaggaatt  gacgggggcc  cgcacaagca  gtggagcatg  tggtttaatt
961    cgaagcaacg  cgaagaacct  taccaggtct  tgacatcctt  tgaccactct  agagatagag
1021   ctttcccttc  gggggacaaa  gtgacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga
1081   gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgatc  ttagttgcca  gcattcagtt
1141   gggcactcta  aggtgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggatga  cgtcaaatca
1201   tcatgcccct  tatgacctgg  gctacacacg  tgctacaatg  gatggtacaa  cggggagcga
1261   agccgcgagg  tggagccaat  cccataaagc  cattctcagt  tcggattgca  ggctgcaact
1321   cgcctgcatg  aagccggaat  cgctagtaat  cgtggatcag  catgccacgg  tgaatacgtt
1381   cccgggtctt  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtt  ggtaacaccc  gaagtcggtg
1441   aggtaacctt  ttggagccag  ccgccgaagg  tgggaccaat  gattggggtg  aagtcgtaac
1501   aaggtagccg  tatcgg
```

392. *Oceanobacillus kapialis*（虾酱大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-8。*Oceanobacillus kapialis* Namwong et al.，2009，sp. nov.（虾酱大洋芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SSK2-2 = KCTC 13177 = PCU 300 = TISTR 1858。**★16S rRNA 基因序列号：**AB366005。**★种名释意：***kapialis* 为韩语虾酱之意，故其中文名称为虾酱大洋芽胞杆菌（Korean n. *ka-pi*，shrimp paste；N.L. n. *kapium*，shrimp paste；L. suff. -*alis*，adjectival suffix meaning pertaining to；N.L. masc. adj. *kapialis*，pertaining to shrimp paste，the source of isolation）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SSK2-2^{T} 是从韩国生产的发酵的虾膏中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.5）μm×（0.8～3.0）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、端生、胞囊膨大。菌落直径大小为 0.3～2.7 mm、低凸、光滑、圆形、白色至奶油色。**★生理特性：**生长温度是 8～43℃，最适生长温度是 37℃；生长 pH 是 6～9，最适生长 pH 是 8.0；生长的 NaCl 浓度是 0.5%～24.0%，最适生长 NaCl 浓度是 6%～14%。含 1%硝酸钠的培养基厌氧条件下不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解明胶和酪蛋白，不能水解七叶苷、吐温 80、酪氨酸、

淀粉、黄嘌呤。硝酸盐不能被还原。脲酶和 DNA 酶为阴性。利用下列碳源产酸：L-阿拉伯糖、D-果糖、D-葡萄糖、D-甘露醇、D-甘露糖和麦芽糖。但不能利用下列碳源产酸：苦杏仁苷、纤维二糖、七叶苷、D-葡萄糖酸、甘油、D-半乳糖、肌醇、菊糖、乳糖、蜜二糖、松三糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、棉籽糖、D-核糖、L-鼠李糖、水杨苷、D-山梨醇、蔗糖、海藻糖或 D-木糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖中含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要极性脂包括磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 39.7 mol%。16S rRNA 基因序列比较分析表明，该菌株与 *O. picturae* KCTC 3821^{T}、*O. profundus* KCCM 42318^{T}、*O. iheyensis* KCTC 3954^{T}、*O. oncorhynchi* subsp. *oncorhynchi* JCM 12661^{T}、*O. oncorhynchi* subsp. *incaldanensis* DSM 16557^{T}、*O. caeni* KCTC 13061^{T} 和 *O. chironomi* DSM 18262^{T} 的同源性分别为 98.7%、96.2%、95.1%、95.0%、94.5%、94.2%和 93.1%。该菌株与 *O. picturae* KCTC 3821^{T} 的 DNA-DNA 杂交关联度为 22.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      catccccttc  gggggtgacg  cttatggaat  gagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc
61     aacctgcctg  taagactggg  ataaccccgg  gaaaccgggg  ctaataccgg  ataacacttt
121    tcgttgcatg  acgagaagtt  gaaaggcggc  ttcggctgcc  acttacagat  gggcccgcgg
181    cgcattagct  agttggtaag  gtaacggctt  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag
241    agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta
301    gggaatcttc  cgcaatggac  gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagt  gatgaaggtc
361    ttcggatcgt  aaaactctgt  tgttagggaa  gaacaagtcg  ggtagtaact  gacccggcct
421    tgacggtacc  taaccagaaa  gccccggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta
481    gggggcaagc  gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgct  cgcaggcggt  cctttaagtc
541    tgatgtgaaa  tctcgcggct  caaccgcgaa  cggtcattgg  aaactggagg  acttgagtac
601    agaagaggag  agtggaattc  cncntgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac
661    cagtggcgaa  ggcgactctc  tggtctgtaa  ctgacgctga  ggagcgaaag  cgtggggagc
721    gaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctag  gtgttagggg
781    gtttccgccc  cttagtgctg  aagttaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggccg
841    caaggctgaa  actcaaaaga  attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta
901    attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ctctgctatt  cctagagata
961    ggaagttccc  ttcggggaca  gagtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt
1021   gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccttga  tcttagttgc  cagcatttag
1081   ttgggcactc  taaggtgact  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat
1141   catcatgccc  cttatgacct  gggctacaca  cgtgctacaa  tgggatggaa  caaagggaag
1201   caaaaccgcg  aggtcaagca  aatcccataa  aaccattctc  agttcggatt  gcaggctgca
1261   actcgcctgc  atgaagccgg  aatcgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac
1321   gttcccgggc  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gttggtaaca  cccgaagtcg
1381   gtgaggtaac  cttttggagc  cagccgccga  aggtgggacc  aatgattggg  gtgaagtcgt
1441   aacaaggtag  ccgtatcgga  aggtgcggct  ggatcacctc  cttaaaa
```

393. *Oceanobacillus kimchii*（泡菜大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-9。*Oceanobacillus kimchii* Whon et al.，2011，sp. nov.（泡菜大洋芽胞杆菌）。**★模式菌株：**X50 = JCM 16803 = KACC 14914。**★16S rRNA 基因序列号：**

GU784860。**★种名释意：***kimchii* 为韩国传统泡菜之意，故其中文名称为泡菜大洋芽胞杆菌（N.L. gen. n. *kimchii*，of/from kimchi，a traditional Korean fermented food）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 X50^T 是从朝鲜传统发酵食品泡菜中分离得到的。**★形态特征：**菌落是淡黄色的，细胞为杆状。**★生理特性：**中度嗜盐菌，菌株生长条件为 0～15.0%（w/v）NaCl（最适 3.0%），pH 7.0～10.0（最适 pH 9.0），温度 15～45℃（最适温度 37℃）。对以下物质敏感：氨苄西林（10 μg）、氯霉素（35 μg）、红霉素（15 μg）、新生霉素（30 μg）、青霉素（10 μg）、四环素（30 μg）和庆大霉素（30 μg），但抗卡那霉素（30 μg）、多黏菌素 B（300 U）和链霉素（10 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。API 20E 测试结果表明，ONPG 和色氨酸脱氨酶为阳性，不产吲哚、H_2S 和 3-羟基丁酮，精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和脲酶为阴性，能水解明胶，好氧条件下硝酸盐不能还原为亚硝酸盐或 N_2。API 50CH 测试结果表明，可利用下列物质作为碳源和能源：D-核糖、D-木糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、熊果苷、七叶苷、水杨苷、D-纤维二糖、蔗糖、D-海藻糖、菊糖、苦杏仁糖、D-松二塘、葡萄糖酸和 2-酮基葡萄糖酸。由下列物质产酸：甘油、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、L-鼠李糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、熊果苷（弱）、七叶苷、水杨苷、D-纤维二糖、D-麦芽糖、D-乳糖、蔗糖、D-海藻糖、木糖醇、苦杏仁糖、D-松二糖、D-阿糖醇和葡萄糖酸。API ZYM 分析结果表明，碱性磷酸酶、亮氨酸芳基酰胺酶、酸性磷酸酶和萘酚-AS-BI-磷酸水解酶为阳性。**★化学特性：**细胞主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（36.2%）、iso-$C_{15:0}$（23.9%）、anteiso-$C_{17:0}$（10.8%）、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol（7.7%）、iso-$C_{16:0}$（6.0%）、iso-$C_{14:0}$（5.6%）和 iso-$C_{17:0}$（4.3%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.9 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 X50^T 属于 *Oceanobacillus*，与 *O. iheyensis* HTE831^T（98.9%）和 *O. oncorhynchi* subsp. *oncorhynchi* R-2^T（97.0%）亲缘关系最近。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcaggaagtt  atctgatcct
61     cttttagagg  tgacgataat  ggaatgagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  taggcaacct
121    gcctgtaaga  ctgggataac  tcgtggaaac  gcgagctaat  accggataac  acttttcatc
181    tcctgatgag  aagttgaaag  gcggcttttg  ctgtcactta  cagatgggcc  tgcggcgcat
241    tagctagttg  gtaaggtaat  ggcttaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
301    gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa
361    tcttccgcaa  tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgatga  aggttttcgg
421    atcgtaaaac  tctgttgtta  gggaagaaca  agtgccatag  taactgatgg  caccttgacg
481    gtacctaacc  agaaagccac  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggtgg
541    caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgctcgcag  gcggttcttt  aagtctgatg
601    tgaaatctta  cggctcaacc  gtaaacgtgc  attggaaact  ggggaacttg  agtgcagaag
661    aggagagtgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg  aacaccagtg
721    gcgaaggcga  ctctctggtc  tgtaactgac  gctgaggagc  gaaagcgtgg  ggagcgaaca
781    ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgagt  gctaggtgtt  agggggtttc
841    cgccccttag  tgctgaagtt  aacgcattaa  gcactccgcc  tggggagtac  ggccgcaagg
901    ctgaaactca  aaagaattga  cgggggcccg  cacaagcggt  ggagcatgtg  gtttaattcg
961    aagcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg  acatcctctg  aacactctag  agatagagtt
```

```
1021    ttcccttcgg  ggacagagtg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat
1081    gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttgatctta  gttgccagca  ttcagttggg
1141    cactctaagg  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggacgacgt  caaatcatca
1201    tgccccttat  gacctgggct  acacacgtgc  tacaatggat  ggaacaaagg  gaagcgaacc
1261    cgcgaggtca  agcaaatccc  acaaaaccat  tctcagttcg  gattgtaggc  tgcaactcgc
1321    ctacatgaag  ccggaatcgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc
1381    gggccttgta  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagttggt  aacacccgaa  gtcggtgagg
1441    taacctttg   gagccagccg  ccgaaggtgg  gactaatgat  tggggtg
```

394. *Oceanobacillus limi*（泥浆大洋芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-30-10。*Oceanobacillus limi* Amoozegar et al.，2014，sp. nov.（泥浆大洋芽胞杆菌）。★**模式菌株**：H9B = IBRC-M 10780 = KCTC 13823 = CECT 7997。★**16S rRNA 基因序列号**：HQ433455。★**种名释意**：*limi* 为泥浆之意，故其中文名称为泥浆大洋芽胞杆菌（li′mi. L. gen. masc. n. *limi* of/from mud）。

【**种类描述**】★**菌株来源**：菌株 $H9B^T$ 从伊朗阿巴德高盐度湖泊的阿穆德河样品中分离而来。★**形态特征**：革兰氏阳性，杆状（2～7 μm），厌氧，中度嗜盐菌，在肿胀的胞囊端点产椭圆形内芽胞，在含 7.5% HM 的培养基上，35℃培养 48 h，菌落为点状、凸起、不规则、黄棕色、可移动。★**生理特性**：可在 NaCl 浓度为 2.5%～10%（w/v）条件下生长（最适盐浓度为 7.5%），生长温度为 25～45℃，最适为 35℃，生长 pH 为 6～10，最适为 7.0。★**生化特性**：过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解吐温 20、吐温 60 和吐温 80、七叶苷、酪蛋白和 DNA，不能水解明胶、淀粉和尿素。甲基红、V-P 反应、柠檬酸盐利用、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶为阴性。由下列化合物产酸：D-葡萄糖、D-果糖、麦芽糖、蔗糖、D-木糖。而不能由下列化合物产酸：半乳糖、乳糖、D-甘露醇、D-核糖。能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-葡萄糖和蔗糖。而不能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：D-半乳糖、D-果糖、甘油、D-甘露醇、D-甘露糖、蜜二糖、棉籽糖、D-核糖、海藻糖、木糖、L-丙氨酸、L-精氨酸、L-天冬氨酸、L-天冬酰胺、L-半胱氨酸、L-甘氨酸、L-组氨酸、L-甲硫氨酸、L-苯丙氨酸、L-脯氨酸、L-酪氨酸和 L-缬氨酸。★**化学特性**：主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、4 种磷脂和一种氨基酸。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{15:0}$ 及 iso-$C_{16:0}$。★**分子特性**：菌株 DNA 的 G+C 含量为 37.1 mol%，16S rRNA 基因序列的系统发育树表明，菌株 $H9B^T$ 隶属 *Oceanobacillus*，与 *O. profundus* CL-$MP28^T$ 的同源性达到了 97.1%，$H9B^T$ 与 *O. profundus* CL-$MP28^T$ 的 DNA-DNA 杂交关联度为 17%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       agagtttgat  catggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61      gcgggaagca  agttgatccc  ttcggggtga  aacttgtgga  acgagcggcg  gacgggtgag
121     taacacgtgg  gcaacctgcc  tgtaagactg  ggataactcg  cggaaacgtg  agctaatacc
181     ggataatact  ttttatctca  tgatgagaag  atgaaaggcg  gcttttagct  gtcacttaca
241     gatgggcccg  cggcgcatta  gctagttggt  gaggtaatgg  ctcaccaagg  caacgatgcg
301     tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg
361     ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg
```

```
421     agtgatgaag  gttttcggat  cgtaaaactc  tgttgttagg  gaagaacaag  tgctaaagta
481     actgttagca  ccttgacggt  acctaaccag  aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc
541     gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgtaggc
601     ggtcctttaa  gtctgatgtg  aaagcccacg  gcttaaccgt  ggagggtcat  tggaaactgg
661     aggacttgag  tgcagaagag  gagagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga
721     tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact  ctctggtctg  taactgacgc  tgaggtgcga
781     aagcgtgggt  agcgaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc
841     taggtgttag  ggggtttccg  ccccttagtg  ctgaagttaa  cgcattaagc  actccgcctg
901     gggagtacgg  ccgcaaggct  gaaactcaaa  agaattgacg  ggggcccgca  caagcggtgg
961     agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atcctctgaa
1021    cgctctagag  atagagtttc  cccttcgggg  gcagagtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt
1081    cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgatcttagt
1141    tgccagcatt  aagttgggca  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg
1201    gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg
1261    aacaaagggc  agcgaagccg  cgaggccaag  caaatcccat  aaaaccattc  tcagttcgga
1321    ttgtaggctg  caactcgcct  acatgaagcc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc
1381    cgcggtgaat  acgttcccgg  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagttggtaa
1441    cacccgaagt  cggtgaggta  accttttgga  gccagccg
```

395. *Oceanobacillus locisalsi*（盐场大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-11。*Oceanobacillus locisalsi* Lee et al.，2010，sp. nov.（盐场大洋芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CHL-21 = CCUG 56608 = KCTC 13253。**★16S rRNA 基因序列号：**EU817570。**★种名释意：***locisalsi* 中 *locus* 为场所之意，*salsus* 为盐之意，故其中文名称为盐场大洋芽胞杆菌（L. masc. n. *locus*，place；L. masc. adj. *salsus*，salted，salt；N.L. gen. n. *locisalsi*，of a salted place）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CHL-21^T 是从海洋的晒盐场中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状 [（0.6～1.0）μm ×（1.3～4.0）μm]、革兰氏染色可变、以单极鞭毛运动，形成芽胞、中生、椭球形、胞囊膨大。MSG 琼脂培养基上 30℃培养 3 d 后形成的菌落直径为 0.5～1.0 mm、呈圆形、微凸、光滑、奶油色。**★生理特性：**Mg^{2+}是生长所必需的。MSG 琼脂或含硝酸钠的 MSG 培养基厌氧条件下菌株均能生长。对下列化合物敏感：青霉素 G、氨苄西林、头孢菌素、四环素、新生霉素、利福平、氯霉素、林可霉素、竹桃霉素和羧苄西林；但耐多黏菌素 B、链霉素、庆大霉素、卡那霉素、新霉素或红霉素。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解吐温 20、吐温 40 和吐温 60，不能水解次黄嘌呤、黄嘌呤和淀粉。不产吲哚。API ZYM 结果显示：亮氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶和 α-胰凝乳蛋白酶为阳性，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、酸性磷酸酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸苷酶、α-葡萄糖苷酶、β-半乳糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 39.8 mol%。该菌株与 *O. oncorhynchi* 的两个亚种模式菌株的 16S rRNA 序列同源性为 97.1%～97.2%。

与大洋芽胞杆菌属其他种类及 *Ornithinibacillus* 与 *Paucisalibacillus* 种类的 16S rRNA 序列同源性为 92.0%～94.7%。该菌株与 *O. oncorhynchi* 两个亚种的模式菌株之间的 DNA-DNA 杂交关联度为 21%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc gcgggaagcg aacggaactc
61　ttcggaggga agttcgtgga acgagcggcg gacgggtgag taacacgtag gcaacctacc
121　tgtaagaccg ggataactcg tggaaacgcg agctaatacc ggataacacg taacgtcacc
181　tgacggtacg ttaaaaggcg gcttttgctg ccactcacag atgggcctgc ggcgcattag
241　ctagttggta aggtaatggc ttaccaaggc gacgatgcgt agccgacctg agagggtgat
301　cggccacact gggactgaga cacggcccag actcctacgg gaggcagcag tagggaatct
361　tccgcaatgg acgaaagtct gacggagcaa cgccgcgtga gtgaagaagg ttttcggatc
421　gtaaaactct gttgtcaggg aggaacaagt cgggtagtaa ctggcccggc tttgacggta
481　cctgaccaga aagccacggc taactacgtg ccagcagccg cggtaatacg taggtggcaa
541　gcgttgtccg gaattattgg gcgtaaaggg ctcgcaggcg gttttttaag tctgatgtga
601　aatcttgcag ctcaactgca aacgtgcatt ggaaactgga ggacttgagt gcagaagagg
661　agagtggaat tccacgtgta gcggtgaaat gcgtagagat gtggaggaac accagtggcg
721　aaggcgactc tctggtctgt aactgacgct gaggagcgaa agcgtgggga gcgaacagga
781　ttagataccc tggtagtcca cgccgtaaac gatgagtgct aggtgttagg gggtttccgc
841　cccttagtgc tgaagttaac gcattaagca ctccgcctgg ggagtacggc cgcaaggctg
901　aaactcaaaa gaattgacgg ggacccgcac aagcggtgga gcatgtggtt taattcgaag
961　caacgcgaag aaccttacca ggtcttgaca tcctttgacc gctctagaga tagagttttc
1021　ccttcgggga caaagtgaca ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc gtgagatgtt
1081　gggttaagtc ccgcaacgag cgcaaccctt aatcttagtt gccagcattc agttgggcac
1141　tctaaggtga ctgccggtga caaaccggag gaaggtgggg atgacgtcaa atcatcatgc
1201　cccttatgac ctgggctaca cacgtgctac aatggacgga acaaagggaa gcgaagcggc
1261　gacgttttag caaatcccag aaaaccgttc tcagttcgga ttgcaggctg caactcgcct
1321　gcatgaagcc ggaatcgcta gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat acgttcccgg
1381　gtcttgtaca caccgcccgt cacaccacga gagttcgtaa cacccgaagt cggtggggta
1441　accttttag gagccagccg ccgaaggtgg gacgaatgat tggggtgaag tcgtaacaag
1501　gtagccgtat cggaaggtgc

396. *Oceanobacillus luteolus*（浅黄大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-12。*Oceanobacillus luteolus* Wu et al.，2014，sp. nov.（浅黄大洋芽胞杆菌）。**★模式菌株：**WM-1 = KCTC 33119 = CGMCC 1.12406。**★16S rRNA 基因序列号：**NR_126270。**★种名释意：***luteolus* 为浅黄色之意，故其中文名称为浅黄大洋芽胞杆菌（lu.te.o′lus. L. masc. adj. *luteolus* yellowish，referring to the colour of the colonies on LB agar）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 WM-1^{T} 和 WM-4 分别从我国南部的水稻土壤和森林土壤样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性，杆状［（1.5～2.4）μm ×（0.4～0.7）μm］，在肿胀的胞囊端点或近端点形成椭圆形芽胞；LB 培养基上 30℃培养 48 h，菌落圆形、凸起、浅黄色、直径为 1.8～2.5 mm。**★生理特性：**菌株可在无 NaCl 的培养基上生长，能忍受的 NaCl 浓度为 5%（w/v）；最适盐浓度为 3%～5%（w/v）；生长温度为 15～50℃，最

适温度为 30℃。生长 pH 为 5.0～10.0（最适 pH 为 8.0）。★**生化特性**：过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解吐温 60 和吐温 80，不能水解淀粉和七叶苷。吐温 20、酪蛋白和明胶的水解活性可变。不产 H_2S 和吲哚。β-半乳糖苷酶为阳性，而精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸三钠利用、脲酶、色氨酸脱氨酶、V-P 反应和硝酸盐还原为阴性。下列化合物不能用作唯一碳源：乙酸盐、乳酸盐、丙酮酸盐、D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、蔗糖、D-甘露醇、D-果糖、甘油和淀粉。硫酸铵、氯化铵、L-丙氨酸、L-丝氨酸、L-组氨酸、L-酪氨酸或 L-脯氨酸不能被用作氮源。任何碳水化合物都能产酸。★**化学特性**：主要呼吸醌为 MK-7。极性脂类包含大部分的二磷脂酰甘油和一部分的磷脂酰甘油和磷脂酰肌醇。细胞壁的肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。★**分子特性**：菌株 DNA 的 G+C 含量为 38.6 mol%～39.2 mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示，菌株 WM-1^T 和 WM-4 属于 *Oceanobacillus*，与 *O. chironomi* LMG 23627^T 同源性达 96.0%。菌株 WM-1^T 和 WM-4 之间的同源性为 99.7%。菌株 WM-1^T 和 WM-4 之间的 DNA-DNA 杂交关联度达 91%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggcagttggc  ggctgctata  ctgcagtcga  gcgcgggaag  cagactgatc  ccttcggggt
61    gacgtctgtg  gaacgagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaacctg  cctgtaagat
121   cgggataact  tgcggaaacg  tgagctaata  ccggataatg  ctccacacct  cctggtgtgg
181   agacgaaaga  cggttttgct  gtcacttaca  gatgggcccg  cggcgcatta  gctagttggt
241   ggggtaatgg  cctaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac
301   tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg
361   gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  agcgatgaag  gtcttcggat  cgtaaagctc
421   tgttgttagg  gaagaacaag  tgcgagagta  actgctcgca  ccttgacggt  acctaaccag
481   aaagccacgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtaggtggca  agcgttgtcc
541   ggaattattg  ggcgtaaagg  gctcgcaggc  ggtcttctaa  gtctgatgtg  aaatcttgcg
601   gcttaaccgt  aagcggtcat  tggaaactgg  aggacttgag  tacagaagag  gagagtggaa
661   ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact
721   ctctggtctg  taactgacgc  tgaggagcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc
781   ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttag  ggggtttccg  ccccttagtg
841   ctgcagttaa  cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgg  ccgcaaggct  gaaactcaaa
901   agaattgacg  gggacccgca  caagcggtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa
961   gaaccttacc  aggtcttgac  atcccgctga  ccgtcatgga  gacatgactt  tcccttcggg
1021  gacagcggtg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa
1081  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttgatctta  gttgccagca  ttcagttggg  cactctaagg
1141  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat
1201  gacctgggct  acacacgtgc  tacaatggat  ggaacaaagg  ggagcgaagc  cgcgaggtga
1261  agcaaatccc  ataaaaccat  tctcagttcg  gattgcaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag
1321  ccggaatcgc  tagtaatcgt  ggatcagcat  gccacggtga  atacgttccc  gggtcttgta
1381  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagttggt  aacacccgaa  gtcggtgagg  taacctttgg
1441  agccagccgc  cgaaggtgaa  ccattattc
```

397. *Oceanobacillus manasiensis*（玛纳斯大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-13。*Oceanobacillus manasiensis* Wang et al.，2010，sp. nov.（玛纳斯大洋芽胞杆菌）。★**模式菌株：**YD3-56 = CGMCC 1.9105 = NBRC 105903。★**16S rRNA 基因序列号：**NR116624。★**种名释意：***manasiensis* 为玛纳斯盐湖之意，故其中文名称为玛纳斯大洋芽胞杆菌（ma.na.si.en′sis N.L. masc. adj. *manasiensis* from Manasi salt lake，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 YD3-56^T、YD16 和 YH29 分别从我国新疆地区玛纳斯和艾丁盐湖样品中分离而来。★**形态特征：**细胞杆状［（0.3～0.5）μm ×（3～6）μm］，革兰氏阳性，形成芽胞，兼性嗜碱和嗜盐，兼性厌氧，杆状，依靠周生鞭毛运动。★**生理特性：**生长温度为 10～42℃，最适温度为 30～37℃，生长 pH 为 6～11，最适 pH 为 8～11，可在 2.5%～15%（w/v）的 NaCl 浓度条件下生长，最适盐浓度为 5%～10%（w/v）。★**生化特性：**可水解酪蛋白、明胶和吐温 20，不可水解吐温 40、吐温 60 和吐温 80、淀粉和 DNA。不能利用柠檬酸，不产 H_2S。API 20E 测试结果表明，β-半乳糖苷酶为阳性，脲酶、氧化酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶和鸟氨酸脱羧酶为阴性。API 50CHB 及传统方法试验表明，菌株 YD3-56^T 能利用下列化合物产酸：D-果糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、D-鼠糖。不能利用下列化合物产酸：甘油、赤藓糖醇、甲基-β-D-木糖、D-甲基-配糖、D-核糖、D-山梨糖、D-已酮糖、D-松二糖、半乳糖、甲基-α-D-甘露糖苷、松三糖、淀粉糖、木糖醇、D-来苏糖、DL-海藻糖、肌醇、葡萄糖酸、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸、DL-阿拉伯糖、DL-木糖，肌醇、山梨醇、D-麦芽糖、D-核糖醇、DL-阿糖醇、菊糖、D-海藻糖、D-甘露醇、D-半乳糖、苦杏仁苷、N-乙酰葡萄糖胺、棉籽糖、乳糖、苦杏仁糖、纤维二糖、蜜二糖和蔗糖。★**化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。极性脂为磷脂酰胆碱、适量的磷脂酰乙醇胺和羟基磷脂酰乙醇胺。细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。★**分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 39.7 mol%～40.1 mol%。16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示，菌株 YD3-56^T 与 *O. kapialis* KCTC 13177^T 的同源性达到了 99.1%～99.2%，与 *O. picturae* KCTC 3821^T 的同源性达到了 99.2%～99.3%，与 *Oceanobacillus* 其他种的同源性达到了 94.2%～96%。SDS-PAGE 分析显示菌株 YD3-56^T、YD16 和 YH29 之间同源性很高，与 *O. kapialis* KCTC 13177^T 及 *O. picturae* KCTC 3821^T 同源性为 75%。菌株 YD3-56^T 与 *O. kapialis* KCTC 13177^T DNA-DNA 杂交关联度为 22.3%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gcggaggggg  gtgctataca  tgcagtcgag  cgcaggaagc  aagcagatcc  ccttcggggg
61     tgacgcttgt  ggaatgagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  tgggcaacct  gcctgtaaga
121    ctgggataac  cccgggaaac  cggggctaat  accggataat  acttttcttt  gcataaagga
181    aagttgaaag  gcggtttcgg  ctgccactta  cagatgggcc  cgcggcgcat  tagctagttg
241    gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt  gatcggccac
301    actgggactg  agacacggcc  caaactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  tcttccgcaa
361    tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgatga  aggttttcgg  atcgtaaaac
421    tctgttgtta  gggaagaaca  agccgggtag  taactgaccc  ggccttgacg  gtacctaacc
481    agaaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg  caagcgttgt
541    ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgctcgcag  gcggtccttt  aagtctgatg  tgaaatctcg
```

601	cggctcaacc	gcgaacggtc	attggaaact	ggaggacttg	agtacagaag	aggagagtgg
661	aattccacgt	gtagcggtga	aatgcgtaga	gatgtggagg	aacaccagtg	gcgaaggcga
721	ctctctggtc	tgtaactgac	gctgaggagc	gaaagcgtgg	ggagcgaaca	ggattagata
781	ccctggtagt	ccacgccgta	aacgatgagt	gctaggtgtt	agggggtttc	cgccccttag
841	tgctgaagtt	aacgcattaa	gcactccgcc	tggggagtac	ggccgcaagg	ctgaaactca
901	aaagaattga	cgggggcccg	cacaagcggt	ggagcatgtg	gtttaattcg	aagcaacgcg
961	aagaacctta	ccaggtcttg	acatcctctg	ctattcctag	agataggaag	ttcccttcgg
1021	ggacagagtg	acaggtggtg	catggttgtc	gtcagctcgt	gtcgtgagat	gttgggttaa
1081	gtcccgcaac	gagcgcaacc	cttgatctta	gttgccagca	ttaagttggg	cactctaagg
1141	tgactgccgg	tgacaaaccg	gaggaaggtg	gggatgacgt	caaatcatca	tgccccttat
1201	gacctgggct	acacacgtgc	tacaatggat	ggaacaaagg	gaagcaaaac	cgcgaggtca
1261	agcaaatccc	ataaaaccat	tctcagttcg	gattgcaggc	tgcaactcgc	ctgcatgaag
1321	ccggaatcgc	tagtaatcgc	ggatcagcat	gccgcggtga	atacgttccc	gggccttgta
1381	cacaccgccc	gtcacaccac	gagagttggt	aacacccgaa	gtcggtgagg	taacctttgg
1441	agccagccgc	cgaaggtgaa	cccaatgagt	t		

398. *Oceanobacillus massiliensis*（马赛大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-14。*Oceanobacillus massiliensis* Roux et al.，2013，sp. nov.（马赛大洋芽胞杆菌）。**★模式菌株：**N'Diop = CGMCC 1.9106 = NBRC 105904。**★16S rRNA 基因序列号：**HQ586893。**★种名释意：***massiliensis* 为法国马赛之意，故其中文名称为马赛大洋芽胞杆菌（mas.si.li.en'sis. L. masc. adj. *massiliensis*，of Massilia，the old Roman name for Marseille，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 N'Diop^{T} 从健康患者的粪便样品分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性、需氧、直杆状、可运动。在绵羊血培养基上生长 24 h，菌落直径为 2～5 mm、圆形、平滑、浅灰色、有光泽，杆状细胞长度为 1.2～1.9 μm、直径为 0.4～0.7 μm。**★生理特性：**适宜生长的盐浓度为 0.5%～5%、温度为 30～37℃、pH 为 7.0～8.0。**★生化特性：**API ZYM 试验检测结果表明，酯酶(C4)、酯酶(C8)和 α-葡萄糖苷酶的活性为阳性。而下列酶活性为阴性：碱性磷酸酶、酸性磷酸酶、酯酶(C14)、亮氨酸氨基肽酶、缬氨酸氨基肽酶、胱氨酸氨基肽酶、胰蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。API 50CH 试验显示由下列化合物产酸：甘油（弱）、D-木糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、D-甘露醇、N-乙酰氨基葡萄糖、七叶苷、柠檬酸铁、水杨苷、D-纤维二糖、D-麦芽糖、D-海藻糖。但不能由下列化合物产酸：D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌糖、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、D-乳糖、D-蜜二糖、D-蔗糖、菊糖、D-松三糖、D-棉籽糖、糖原、木糖醇、苦杏仁糖、D-松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾和 5-酮基葡萄糖酸钾。API 20 NE 试验显示，能水解七叶苷。硝酸盐还原、产吲哚、葡萄糖发酵、精氨酸双水解酶、脲酶、明胶水解和 β-半乳糖苷酶为阴性。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7(93%)和 MK-6(7%)。

主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（63.24%）和 anteiso-$C_{17:0}$（26.86%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.3 mol%～40.8 mol%，基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 N'Diop^{T} 与 *Oceanobacillus* 菌株的同源性达 96.4%～97%，DNA-DNA 杂交结果表明菌株 N′Diop^{T} 和 *O. profundus*DNA-DNA 杂交关联度达 25.5%。16S rRNA 基因序列如下。

1 gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc gcgggaagca agttgaaccc
61 ttcggggtga cgcttgtgga acgagcggcg gacgggtgag taacacgtgg gcaacctgcc
121 tgtaagattg ggataactcg cggaaacgtg agctaatacc gaataatact tcttgcctcc
181 tggcaagaag atgaaaggcg gcttttagct gtcacttaca gatgggcccg cggcgcatta
241 gctagttggt gaggtaatgg ctcaccaagg cgacgatgcg tagccgacct gagagggtga
301 tcggccacac tgggactgag acacggccca gactcctacg ggaggcagca gtagggaatc
361 ttccgcaatg gacgaaagtc tgacggggca acgccgcgtg agtgatgaag gttttcggat
421 cgtaaaactc tgttgtcagg gaagaacaag tgcgagagta actgctcgcg ccttgacggt
481 acctgaccag aaagccacgg ctaactacgt gccagcagcc gcggtaatac gtaggtggca
541 agcgttgtcc ggaattattg ggcgtaaagc gctcgcaggc ggtcttttaa gtctgatgtg
601 aaagcccacg gcttaaccgt ggagggtcat tggaaactgg aggacttgag tacagaagag
661 gagagtggaa ttccacgtgt agcggtgaaa tgcgtagaga tgtggaggaa caccagtggc
721 gaaggcgact ctctggtctg taactgacgc tgaggagcga aagcgtgggg agcgaacagg
781 attagatacc ctggtagtcc acgccgtaaa cgatgagtgc taggtgttag gggtttccg
841 ccccttagtg ctgaagttaa cgcattaagc actccgcctg gggagtacgg ccgcaaggct
901 gaaactcaaa agaattgacg ggggcccgca caagcggtgg agcatgtggt ttaattcgaa
961 gcaacgcgaa gaaccttacc aggtcttgac atcctctgac caccctagag atagggattt
1021 cccttcgggg acagagtgac aggtggtgca tggttgtcgt cagctcgtgt cgtgagatgt
1081 tgggttaagt cccgcaacga gcgcaaccct tgatcttagt tgccagcatt cagttgggca
1141 ctctaaggtg actgccggtg acaaaccgga ggaaggtggg gatgacgtca aatcatcatg
1201 ccccttatga cctgggctac acacgtgcta caatggatgg aacaaaggga agcgaaaccg
1261 cgaggtcaag caaatcccat aaaaccattc tcagttcgga ttgcaggctg caactcgcct
1321 gcatgaagcc ggaatcgcta gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat acgttcccgg
1381 gccttgtaca caccgcccgt cacaccacga gagttggtaa cacccgaagt cggtgaggta
1441 accttttgga gccagccgcc gaaggtggga ctaatgattg gggtgaagtc gtaacaaggt
1501 agccgt

399. *Oceanobacillus neutriphilus*（嗜中性大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-15。*Oceanobacillus neutriphilus* Yang et al.，2010，sp. nov.（嗜中性大洋芽胞杆菌）。**★模式菌株：**A1g = CGMCC 1.7693 = JCM 15776。**★16S rRNA 基因序列号：**EU709018。**★种名释意：***neutriphilus* 中 *neuter* 为中性（指 pH）之意，*philos* 为喜好之意，故其中文名称为嗜中性大洋芽胞杆菌（L. adj. *neuter -tra -trum*，neither the one nor the other，neither of two，which are neither active nor passive，used to refer to neutral pH；Gr. masc. adj. *philos*， friend loving；N.L. masc. adj. *neutriphilus*， preferring neutral pH）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 A1g^{T} 是从生物反应器的活性污泥中分离得到的。**★形态特征：**细胞圆杆状［（0.7～1.2）μm ×（1.5～2.5）μm］、革兰氏阳性、以单级鞭毛运动，

形成芽胞、椭球形、中生。MA 培养基上培养 48 h 后形成的菌落直径为 1～2 mm、低凸、光滑、圆形、边缘规则、奶油色。**★生理特性：**PY 培养基上菌株生长的 NaCl 浓度是 0～17.0%（w/v），最适生长 NaCl 浓度是 3.0～5.0%（w/v）；pH 是 6.0～9.0，最适生长 pH 是 7.0，pH 低于 5.5 或高于 9.5 时菌株不生长；生长的温度是 10～45℃，最适生长温度是 37℃。细胞对下列化合物敏感：阿莫西林（10 μg）、氨苄西林（10 μg）、羧苄西林（100 μg）、头孢噻肟（30 μg）、氯霉素（30 μg）、红霉素（15 μg）、卡那霉素（30 μg）、新霉素（30 μg）、新生霉素（30 μg）、呋喃妥因（300 μg）和利福平（5 μg）；耐头孢西丁（30 μg）、制霉菌素（100 μg）、青霉素（10 μg）、多黏菌素 B（300 IU）、链霉素（1 μg）或四环素（30 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解七叶苷、吐温 40 和吐温 60，不能水解酪蛋白、DNA、明胶、淀粉、吐温 80 或酪氨酸。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。不产 H_2S 和吲哚。ONPG 反应为阳性。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶和脲酶为阴性。能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：D-果糖、D-葡萄糖、麦芽糖、甘露醇、D-甘露糖和蔗糖。但不能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：乙酸酯、L-丙氨酸、L-阿拉伯糖、柠檬酸、L-半胱氨酸、乙醇、甲酸盐、富马酸盐、谷氨酸盐、L-谷氨酰胺、甘氨酸、L-组氨酸、异亮氨酸、乳酸盐、乳糖酸盐、苹果酸盐、丙二酸盐、L-甲硫氨酸、肌醇、L-鸟氨酸、丙酸盐、丙酮酸盐、棉籽糖、L-丝氨酸、L-山梨醇、L-山梨糖、淀粉、琥珀酸盐或 L-缬氨酸。利用下列化合物产酸：葡萄糖、麦芽糖。但不能利用下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、乙醇、肌醇、乳糖、棉籽糖、L-山梨醇或 L-山梨糖。API ZYM 测试结果显示，酸性磷酸酶、碱性磷酸酶、α-胰凝乳蛋白酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶和萘酚 AS-BI-磷酸水解酶为阳性。但下列酶活性为阴性：N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、胱氨酸芳基酰胺酶、α-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸苷酶、酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、α-甘露糖苷酶、胰蛋白酶和缬氨酸芳基酰胺酶。API 50CH 测试结果表明，能利用下列化合物：N-乙酰葡萄糖胺、七叶苷、熊果苷、D-果糖、D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露醇、水杨苷、蔗糖、D-己酮糖、海藻糖、纤维二糖（弱）和甘油（弱）。**★化学特性：**细胞主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 36.3 mol%。该菌株与 *O. oncorhynchi* subsp. *incaldanensis*（97.9%）和 *O. oncorhynchi* subsp. *oncorhynchi*（97.5%）具有较近的亲缘关系，但与大洋芽胞杆菌属其他种类的 16S rRNA 序列同源性皆小于 97%，与 *O. oncorhynchi* subsp. *incaldanensis* DSM 6557^T、*O. oncorhynchi* subsp. *oncorhynchi* JCM 12661^T 和 *O. iheyensis* DSM 14371^T 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 29%、45%和 38%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagcg  gacggaactc
61    ttcggaggga  agttcgtgga  acgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag  gcaacctgcc
121   tgtaagactg  ggataactcg  cggaaacgcg  agctaatacc  ggataatact  tattgtctcc
181   tgatgataag  ttgaaaggcg  gcttttgctg  tcacttacag  atgggcctgc  ggcgcattag
241   ctagttggtg  gggtaatggc  tcaccaaggc  aacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat
301   cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct
361   tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc
421   gtaaaactct  gttgttaggg  aagaacaagt  gctatagtaa  ctgatggcac  cttgacggta
```

```
481   cctaaccaga  aagccacggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  taggtggcaa
541   gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  ctcgcaggcg  gttctttaag  tctgatgtga
601   aatcttgcag  ctcgactgta  aacgtgcatt  ggaaactgga  ggacttgagt  gcagaagagg
661   agagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagaaat  gtggaggaac  accagtggcg
721   aaggcgactc  tctggtctgt  aactgacgct  gaggagcgaa  agcgtgggga  gcgaacagga
781   ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aggtgttagg  gggtttccgc
841   cccttagtgc  tgaagttaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggc  cgcaaggctg
901   aaactcaaaa  gaattgacgg  ggacccgcac  aagcggtgga  gcatgtggtt  taattcgaag
961   caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcctttgacc  gctctggaga  cagagttttc
1021  ccttcgggga  caaagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt
1081  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcattt  agttgggcac
1141  tctaaggtga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc
1201  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac  aatggacgga  acaaagggaa  gcaagcccgc
1261  gaggtcaagc  aaatcccata  aaaccgttct  cagttcggat  tgtaggctgc  aactcgccta
1321  catgaagccg  gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg
1381  tcttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agttcgtaac  acccgaagtc  ggtgaggtaa
1441  ccttatggag  ccagccgccg  aaggtgggac  gaatgattgg  ggtg
```

400. *Oceanobacillus oncorhynchi*（小鳟鱼大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-16。*Oceanobacillus oncorhynchi* Yumoto et al.，2005，sp. nov.（小鳟鱼大洋芽胞杆菌）。**★模式菌株：**R-2 = JCM 12661 = NCIMB 14022。**★16S rRNA 基因序列号：**AB188089。**★种名释意：***oncorhynchi* 为小鳟鱼学名之意，故其中文名称为小鳟鱼大洋芽胞杆菌（N.L. gen. n. *oncorhynchi*，of *Oncorhynchus*，named after the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*，from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 R-2^T 从一种淡水鱼虹鳟鱼（日本金鳟）的皮肤中分离得到。**★形态特征：**细胞直杆状 [（0.4～0.6）μm ×（1.1～1.4）μm]、革兰氏阳性、专性嗜碱、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭球形、次端生、胞囊膨大。菌落呈圆形和白色。**★生理特性：**菌株生长 pH 是 9～10，在 pH 为 7～8 时菌株不能生长；菌株生长温度是 15～40℃，最适生长温度是 30～36℃；生长的 NaCl 浓度是 0～22%，最适生长 NaCl 浓度是 7%。**★生化特性：**硝酸钠被还原成亚硝酸钠。不产吲哚。不能水解 ONPG。苯丙氨酸脱氨为阴性反应。能水解吐温 40，不能水解酪蛋白、明胶、DNA、三丁酸甘油酯、吐温 20、吐温 60 和吐温 80。能利用下列化合物产酸：D-葡萄糖、D-果糖、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、蔗糖、棉籽糖、D-半乳糖和海藻糖。不能利用下列化合物产酸：D-阿拉伯糖、D-木糖、肌醇、山梨醇或乳糖。**★生化特性：**细胞的脂肪酸是 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 38.5 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的进化分析表明，菌株 R-2^T 是 *Oceanobacillus* 的成员，菌株 R-2^T 与 *O. iheyensis* JCM 11309^T、*Virgibacillus. halodenitrificans* ATCC 49067^T、*V. pantothenticus* IAM 11061^T、*Bacillus. lentus* NCIMB 8773^T 和 *B. niacini* NBRC 15566^T 的 16S rRNA 的同源性分别为 96.7%、94.3%、93.8%、93.3%和 93.3%。DNA-DNA 杂交结果显示该菌株和 *O. iheyensis* JCM 11309^T、*V. pantothenticus* IAM 11061^T、*V. picturae* DSM 14867^T 的关联度

分别为 21.0%、12.1%和 5.4%。16S rRNA 基因序列如下。

1 aagttcgtgg aacgagcggc ggacgggtga gtaacacgta ggcaacctgc ctgtaagact
61 gggataactc gcggaaacgc gagctaatac cggataacac tttctatcac ctgatggaaa
121 gttgaaaggc ggcttttgct gtcacttaca gatgggcctg cggcgcatta gctagttggt
181 gaggtaacgg ctcaccaagg cgacgatgcg tagccgacct gagagggtga tcggccacac
241 tgggactgag acacggccca gactcctacg ggaggcagca gtagggaatc ttccgcaatg
301 gacgaaagtc tgacggagca acgccgcgtg agtgatgaag gttttcggat cgtaaaactc
361 tgttgtcggg gaagaacaag tatgatagta actgatcgta ccttgacggt acccgaccag
421 aaagccacgg ctaactacgt gccagcagcc gcggtaatac gtaggtggca agcgttgtcc
481 ggaattattg ggcgtaaagc gctcgcaggc ggttctttaa gtctgatgtg aaatcttgcg
541 gctcaaccgc anacgtgcat tggaaactgg aggacttgag tgcagaagag gagagtggaa
601 ttccacgtgt agcggtgaaa tgcgtagaga tgtggaggaa caccagtggc gaaggcgact
661 ctctggtctg taactgacgc tnaggagcga aagcgtgggg agcgaacagg attagatacc
721 ctggtagtcc acgccgtana cgatgagtgc taggtgttag gggtttccg cccttagtg
781 ctgaagttaa cgcattaagc actccgcctg gggagtacgg ccgcaaggct gaaactcaaa
841 agaattgacg gggacccgca caagcggtgg agcatgtggt ttaattcgaa gcaacgcgaa
901 gaaccttacc aggtcttgac atcctttgac cactctagag atagagtttt cccttcgggg
961 acaaagtgac aggtggtgca tggttgtcgt cagctcgtgt cgtgagatgt tgggttaagt
1021 cccgcaacga gcgcaaccct taatcttagt tgccagcatt cagttgggca ctctaaggtg
1081 actgccggtg acaaaccgga ggaaggtggg gatgacgtca aatcatcatg ccccttatga
1141 cctgggctac acacgtgcta cnatggacgg aacaaaggga agcgaacccg cgaggtccag
1201 caaatcccat aaaaccgttc tcagttcgga ttgcaggctg caactcgcct gcatgaagcc
1261 ggaatcgcta gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat acgttcccgg gtcttgtaca
1321 caccgcccgt cacaccacga gagttcgtaa cacccgaagt cggtgaggta accttttgga
1381 gccagccgcc gaaggtggga cgaatgattg gggtgaagtc gtaacaaggt agccgtatcg
1441 gaaggtgcgg c

401. *Oceanobacillus pacificus*（太平洋大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-17。*Oceanobacillus pacificus* Yu et al.，2014，sp. nov.（太平洋大洋芽胞杆菌）。**★模式菌株：**XH204 = DSM 25873 = JCM 18381。**★16S rRNA 基因序列号：**NR126261。**★种名释意：***pacificus* 为太平洋之意，故其中文名称为太平洋大洋芽胞杆菌（pa.ci′fi.cus. L. masc. adj. *pacificus* peaceful，referring to the Pacific Ocean from where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $XH204^T$ 从南太平洋深海沉积物中心（45°58′S 163°11′W）样品中分离而来。**★形态特征：**菌株为革兰氏阳性，杆状［（0.3～0.8）μm×（3.1～4.7）μm］，依靠周生鞭毛运动，形成芽胞、芽胞椭圆形、次端生、胞囊膨大。**★生理特性：**生长温度为 15～42℃，最适为 37℃。生长 pH 为 7.0～10.0（最适为 8.0），可在 NaCl 浓度为 0～14%（w/v）条件下生长（最适盐浓度 4%）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解 DNA、七叶苷和吐温 40，不能水解吐温 20 和吐温 80、藻酸盐、CM-羧甲基纤维素、酪蛋白、淀粉、尿素和几丁质。API 20E/20NE 试验显示，色氨酸脱氨酶、明胶酶、七叶苷水解为阳性，而精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸盐利用、产 H_2S 和吲

哚、尿素分解、色氨酸脱氨酶为阴性。API ZYM 试验显示，萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、亮氨酸芳基酰胺酶、酯酶（C8）、酯酶（C4）的活性为阳性，而酯酶（C14）、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶、碱性磷酸酶、缬氨酸、酸性磷酸酶、β-葡萄糖苷酶、β-岩藻糖苷酶的活性为阴性。GN2 平板上，下列化合物被氧化：核糖醇、N-乙酰-D-葡萄糖胺、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、赤藓糖醇、D-半乳糖、苦杏仁糖、D-甘露醇、D-阿洛酮糖、L-鼠李糖、D-山梨醇、甲基丙酮酸盐、柠檬酸、甲酸、α-羟丁酸、衣康酸、α-丁酮酸、DL-乳酸、奎尼酸、琥珀酸、葡糖醛酰胺、D-丙氨酸、L-丙氨酸、L-甘氨酸、L-天冬氨酰胺、L-天冬氨酸、DL-肉毒碱、γ-氨基丁酸和葡萄糖-6-磷酸盐。API 50CH 试验显示，由下列化合物产酸：D-葡萄糖、N-乙酰氨基葡萄糖、盐酸葡萄糖酸、L-海藻糖、D-果糖、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、D-果糖、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖、苦杏仁苷、熊果苷、甘油、L-阿拉伯糖和甘露醇，而其他底物不产酸。★**化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸，细胞壁的主要糖类为核糖、葡萄糖和半乳糖。主要极性脂为磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰肌醇。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{14:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.8 mol%。16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示，菌株 XH204^T 与 *O. profundus* CL-MP28^T 的同源性达到了 95.6%，与该属模式种 *O. iheyensis* HTE831^T 的同源性为 93.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ttgatcgggt  gctatacatg  caagtcgagc  gcgggaagct  tttctagacc  cttcggggtg
61    acgaagagtg  gaacgagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaaccta  cctgtaagac
121   tgggataact  cgcggaaacg  tgagctaata  ccggataacc  ctttctctct  catgagggaa
181   agttgaaagg  cggcttttgc  tgctacttac  agatgggcct  gcggcgcatt  agctagttgg
241   tggggtaatg  gctcaccaag  gcaacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca
301   ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat
361   ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaaact
421   ctgttgttag  ggaagaacaa  gtatgatagt  aactgatcat  gccttgacgg  tacctaacca
481   gaaagccacg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtaggtggc  aagcgttgtc
541   cggaattatt  gggcgtaaag  cgctcgcagg  cggtctttta  agtctgatgt  gaaatcttgc
601   ggctcaaccg  caaacggtca  ttggaaactg  gaggacttga  gtacagaaga  ggagagtgga
661   attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcgac
721   tctctggtct  gtaactgacg  ctgaggagcg  aaagcgtggg  gagcgaacag  gattagatac
781   cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaggtgtta  gggggtttcc  gccccttagt
841   gctgaagtta  acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggc  tgaaactcaa
901   aagaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga
961   agaaccttac  caggtcttga  catcctctga  tggcggtaga  gataccgtgt  tcccttcggg
1021  gacagagtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag
1081  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgagattag  ttgccagcat  tcggttgggc  actctaatct
1141  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg
1201  acctgggcta  cacacgtgct  acaatggatg  gaacaaaggg  aagctacgtc  gtgaggccaa
1261  gcaaatccca  taaaaccatt  ctcagttcgg  attgtaggct  gcaactcgcc  tacatgaagc
1321  cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggccttgtac
1381  acaccgcccg  tcacaccacg  agagttggta  acacccgaag  tcggtgaggt  aacacttgca
1441  tgcagccgcc  gaaggaggtg  ccaatgatgg  ttgtgaagac  taaaaaaagg  aaccaaacaa
```

402. *Oceanobacillus picturae*（图画大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-18。*Oceanobacillus picturae*（Heyrman et al.，2003）Lee et al.，2006，comb. nov.（图画大洋芽胞杆菌）= *Virgibacillus picturae* Heyrman et al.，2003。**★模式菌株：**DSM 14867 = KCTC 3821 = LMG 19492。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ315060。**★种名释意：***picturae* 为图画之意，故其中文名称图画大洋芽胞杆菌（pictur.ae. L. gen. n. *picturae* of a painting）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DSM 14867^T 从澳大利亚和西班牙壁画样品中分离而来。**★形态特征：**营养细胞为革兰氏阳性，能运动，杆状［（0.5～0.7）μm ×（2.0～6.0）μm］，单生或成对。芽胞椭圆形，有时球形，单生，胞囊膨胀。在 MA 培养基上培养 24 h，菌落直径为 0.5～1 mm，低凸起，圆形或全缘展开，光滑，浅黄色，菌落边缘微透明（生长 2 d 后不透明）。**★生理特性：**需氧；无盐条件生长弱，最适生长的盐浓度为 5%～10%（w/v），生长温度为 5～40℃，最适为 25～35℃。在添加 7% NaCl 的马血琼脂平板上有溶血活性，且在添加 7% NaCl 时生长速度快。**★生化特性：**API 20E 测试结果显示，ONPG 水解和硝酸盐还原为阳性，明胶水解活性弱或为阴性。不产 H_2S 和吲哚。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸盐利用、脲酶、色氨酸脱氨酶和 V-P 反应为阴性。酪蛋白水解为弱阳性。在以不同糖为唯一碳源上生长弱，利用棉籽糖，不能利用 D-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、D-木糖。API 50CHB（含 7% NaCl 的 CHB 培养基）分析结果表明，七叶苷水解为弱阳性。由下列物质产酸：N-乙酰葡萄糖胺、半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、甘油、D-甘露糖、甘露醇和 D-蜜二糖。由下列物质产酸弱且在不同菌株之间可变：纤维二糖、麦芽糖、乳糖、D-海藻糖、淀粉、糖原、肌醇、苦杏仁糖和松二糖。以糖作为唯一碳源时生长均较弱：棉籽糖可以被所有菌株作为唯一碳源，DL-乳糖、D-蜜二糖和 D-海藻糖常被作为唯一碳源，不同菌株对蔗糖的利用有差异，D-葡萄糖通常不能作为唯一碳源，不能利用 D-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖和 D-木糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。极性脂类主要为二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油。主要脂肪酸为：anteiso-$C_{15:0}$（59.2%）、anteiso-$C_{15:0}$（11.9%）和 iso-$C_{14:0}$（10.7%）。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 39.5 mol%，基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明 DSM 14867^T 隶属于大洋芽胞杆菌属。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcaggaagca  agttgatccc
61    cttcgggggt  gacgcttgtg  gaatgagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaacctg
121   cctgtaagac  tgggataacc  ccgggaaacc  ggggctaata  ccggataata  ctttcttttg
181   cataaaggaa  agttgaaagg  cggcttcggc  tgtcacttac  agatgggccc  gcggcgcatt
241   agctagttgg  tgaggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg
301   atcggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat
361   cttccgcaat  ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga
421   tcgtaaaact  ctgttgttag  ggaagaacaa  gttgggtagt  aactgaccca  accttgacgg
481   tacctaacca  gaaagccacg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtaggtggc
541   aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgctcgcagg  cggtccttta  agtctgatgt
601   gaaatctcgc  ggctcaaccg  cgaacggtca  ttggaaactg  gaggacttga  gtacagaaga
661   ggagagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg
```

```
721    cgaaggcgac  tctctggtct  gtaactgacg  ctgaggagcg  aaagcgtggg  gagcgaacag
781    gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaggtgtta  gggggtttcc
841    gccccttagt  gctgaagtta  acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggc
901    tgaaactcaa  aagaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg  tttaattcga
961    agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catcctctgc  tattcctaga  gataggaagt
1021   tcccttcggg  gacagagtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg
1081   ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcat  ttagttgggc
1141   actctaaggt  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat
1201   gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatggatg  gaacaaaggg  aagcaaaacc
1261   gcgaggtcaa  gcaaatccca  taaaaccatt  ctcagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc
1321   tgcatgaagc  cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg
1381   ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagttggta  acacccgaag  tcggtgaggt
1441   aaccttttgg  agccagccgc  cgaaggtggg  accaatgatt  ggggtgaagt  cgtaacaagg
1501   tagccgtatc  ggaagg
```

403. *Oceanobacillus polygoni*（蓼蓝大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-19。*Oceanobacillus polygoni* Hirota et al.，2013，sp. nov.（蓼蓝大洋芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SA9 = JCM 17252 = NCIMB 14684。**★16S rRNA 基因序列号：**NR114348。**★种名释意：***polygoni* 为蓼蓝之意，故其中文名称为蓼蓝大洋芽胞杆菌（po.ly.go'ni. N.L. gen. n. *polygoni* of *Polygonum tictorium*，referring to polygonum，the fermentation product from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SA9^T 从实验室蓼属植物靛蓝发酵酒样品中分离而来。**★形态特征：**兼性嗜碱、嗜盐、产乳酸、革兰氏阳性，兼性厌氧、杆状 [（0.5～0.6）μm ×（3.4～5.0）μm]、依靠周生鞭毛运动。在 PYG 培养基上 27℃培养 2 d，菌落为圆形、凸起、白色。**★生理特性：**生长温度为 5～48℃，最适温度为 35℃，生长 pH 为 7～12（最适 pH 为 9），生长的 NaCl 浓度为 3%～12%（最适为 3%）。**★生化特性：**水解酪蛋白，不能水解明胶、淀粉、木聚糖、纤维素、吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80。API 50CH 试验显示，由下列化合物产酸：甘油、D-核糖、D-木糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、肌糖、甘露醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰氨基葡萄糖、熊果苷、七叶苷、柠檬酸铁、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、松三糖、木糖醇和 D-阿糖醇，而其他碳水化合物不产酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。极性脂类包含二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、两种未知的磷脂和两种未知的脂肪。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为（40.6±0.9）mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示，菌株 SA9^T 与 *O. profundus* KCCM 42318^T 的同源性达到了 99.3%。SA9^T 与 *O. profundus* DSM 18246^T 的 DNA-DNA 杂交关联度达（23±2）%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ctcaggacga  acgctggcgg  cgtgcctaat  acatgcaagt  cgagcgcagg  aagcaaactg
61     accccttcgg  ggtgatgttt  gtggaatgag  cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtgggcaac
121    ctgcctgtaa  gatcgggata  actcgcggaa  acgtgagcta  ataccggata  atacttttca
181    cctcatggtg  agaagatgaa  agacggtttc  ggctgtcact  tacagatggg  cccgcggcgc
```

241 attagctagt tggtggggta acggctcacc aaggcgacga tgcgtagccg acctgagagg
301 gtgatcggcc acactgggac tgagacacgg cccagactcc tacgggaggc agcagtaggg
361 aatcttccgc aatggacgaa agtctgacgg agcaacgccg cgtgagtgat gaaggttttc
421 ggatcgtaaa actctgttgt tagggaagaa caagttgggt agtaactgac ccaaccttga
481 cggtacctaa ccagaaagcc acggctaact acgtgccagc agccgcggta atacgtaggt
541 ggcaagcgtt gtccggaatt attgggcgta aagcgctcgc aggcggtctt ttaagtctga
601 tgtgaaagcc cacggcttaa ccgtggaggg tcattggaaa ctggaggact tgagtacaga
661 agaggagagt ggaattccac gtgtagcggt gaaatgcgta gagatgtgga ggaacaccag
721 tggcgaaggc gactctctgg tctgtaactg acgctgagga gcgaaagcgt ggggagcgaa
781 caggattaga taccctggta gtccacgccg taaacgatga gtgctaggtg ttaggggggtt
841 tccgcccctt agtgctgaag ttaacgcatt aagcactccg cctggggagt acggccgcaa
901 ggctgaaact caaaagaatt gacgggggcc cgcacaagcg gtggagcatg tggtttaatt
961 cgaagcaacg cgaagaacct taccaggtct tgacatcctc tgacaactct agagatagag
1021 ctttcccttc ggggacagag tgacaggtgg tgcatggttg tcgtcagctc gtgtcgtgag
1081 atgttgggtt aagtcccgca acgagcgcaa cccttgatct tagttgccag catttagttg
1141 ggcactctaa ggtgactgcc ggtgacaaac cggaggaagg tggggatgac gtcaaatcat
1201 catgcccctt atgacctggg ctacacacgt gctacaatgg atggaacaaa gggaagcgaa
1261 cccgcgaggt caagccaatc ccataaaacc attctcagtt cggattgtag gctgcaactc
1321 gcctacatga agccggaatc gctagtaatc gcggatcagc atgccgcggt gaatacgttc
1381 ccgggccttg tacacaccgc ccgtcacacc acgagagttg gtaacacccg aagtcggtga
1441 ggtaaccttt ttggagccag ccgccgaagg tgggactaat gattggggtg aagtcgtaac
1501 aaggtagccg tatcggaa

404. *Oceanobacillus profundus*（深层大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-20。*Oceanobacillus profundus* Kim et al.，2007，sp. nov.（深层大洋芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CL-MP28 = DSM 18246 = KCCM 42318。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ386635。**★种名释意：***profundus* 为深层、深海之意，故其中文名称为深层大洋芽胞杆菌（L. masc. adj. *profundus*，deep，profound；intended to mean of/from the depths of the sea）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CL-MP28^T 从韩国东方海郁陵岛盆地深度为 2247 m 的沉积物核心样品中分离而来。**★形态特征：**细胞直杆状［(0.2～0.4) μm×(0.8～2.0) μm］、革兰氏阳性、专性需氧、兼性嗜碱、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭球形、端生、胞囊膨大。菌落呈圆形、奶油白色。**★生理特性：**生长温度是 15～42℃，最适生长温度是 35℃；生长的 pH 是 6.5～9.5，最适生长 pH 是 7.5～8.5；pH 为 7.5 时生长的 NaCl 是 0～14%，最适生长 NaCl 是 1%～3%。**★生化特性：**硝酸盐还原酶、β-半乳糖苷酶（ONPG）和 DNA 酶为阳性。能水解明胶、七叶苷、酪蛋白、吐温 40 与吐温 60，不能水解吐温 80。不产吲哚和脲酶。利用下列化合物产酸：甘油、D-木糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、甘露醇、N-乙酰基葡萄糖胺、苦杏仁苷、麦芽糖、乳糖、D-海藻糖和 D-松二糖。不能利用下列化合物产酸：D-阿拉伯糖、半乳糖、L-鼠李糖、肌醇、D-蜜二糖、糖原或 L-岩藻糖。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$(64.9%)、anteiso-$C_{17:0}$(11.9%)和 iso-$C_{16:0}$(7.7%)。

主要呼吸醌是 MK-7。★**分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 40.2 mol%，16S rRNA 基因序列的系统发育分析显示，该菌与 *Oceanobacillus* 的关系密切。菌株 CL-MP28^{T} 和 *O. iheyensis* JCM 11309^{T} 和 *O. oncorhynchi* R-2^{T} 的同源性分别是 95.96%和 95.4%，与该属模式种的 16S rRNA 的同源性为 95%～96%。DNA-DNA 杂交结果显示菌株 CL-MP28^{T} 与 *O. iheyensis* KCTC 3954^{T} 和 *O. oncorhynchi* R-2^{T} 的关联度分别是 24.7%和 17.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaacctg  cctgtaagat  cgggataact  cgcggaaacg
61      tgagctaata  ccggataaca  cttttcatct  catggtgaga  agataaaaga  cggtttcggc
121     tgtcacttac  agatgggccc  gcggcgcatt  agctagttgg  tgaggtaacg  gctcaccaag
181     gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca  ctgggactga  gacacggccc
241     agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat  ggacgaaagt  ctgacggagc
301     aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaaact  ctgttgttag  ggaagaacaa
361     gttgggtagt  aactgaccca  accttgacgg  tacctaacca  gaaagccacg  gctaactacg
421     tgccagcagc  cgcggtaata  cgtaggtggc  aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag
481     cgctcgcagg  cggtctttta  agtctgatgt  gaaagcccac  ggcttaaccg  tggagggtca
541     ttggaaactg  gaggacttga  gtacagaaga  ggagagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa
601     atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcgac  tctctggtct  gtaactgacg
661     ctgaggagcg  aaagcgtggg  tagcgaacag  gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa
721     acgatgagtg  ctaggtgtta  gggggtttcc  gccccttagt  gctgaagtta  acgcattaag
781     cactccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggc  tgaaactcaa  aagaattgac  gggggcccgc
841     acaagcggtg  gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga
901     catcctctga  tacctctaga  gatagagttt  tcccttcggg  gacagagtga  caggtggtgc
961     atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc
1021    ttgatcttag  ttgccagcat  tcagttgggc  actctaaggt  gactgccggt  gacaaaccgg
1081    aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct
1141    acaatggatg  gaacaaaggg  aagcgaaccc  gtgaggtcaa  gccaatccca  taaaaccatt
1201    ctcagttcgg  attgtaggct  gcaactcgcc  tacatgaagc  cggaatcgct  agtaatcgcg
1261    gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg
1321    agagttggta  acacccgaag  tcggtgaggt  aacc
```

405. *Oceanobacillus sojae*（大豆大洋芽胞杆菌）

【种类编号】1-30-21。*Oceanobacillus sojae* corrig. Tominaga et al.，2009，sp. nov.（大豆大洋芽胞杆菌）。★**模式菌株：**Y27 = CIP 109918 = JCM 15792 = NRRL B-59181。★**16S rRNA 基因序列号：**AB473561。★**种名释意：***sojae* 为大豆之意，故其中文名称为大豆大洋芽胞杆菌（N.L. gen. n. *sojae*，of soja，referring to the source of isolation）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 Y27^{T} 从酱油生产过程中使用的模具发酵罐底部样品中分离而来。★**形态特征：**细胞杆状［（0.8～0.9）μm ×（1.5～2.0）μm］、革兰氏阳性、能运动，形成芽胞、次端生。LB 琼脂培养基上 30℃培养 48 h 后形成的菌落呈奶油色、光滑、圆形、凸起、全缘。★**生理特性：**生长温度和 pH 分别是 15～45℃和 6.0～10.0，最适生长温度和 pH 分别是 30～35℃和 8.5；生长的 NaCl 浓度是 0～15%。LB 培养基上厌氧条件菌株不生长。

★生化特性：β-半乳糖苷酶、过氧化氢酶和氧化酶为阳性。半乳糖苷酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶、明胶酶和精氨酸双水解酶为阴性。柠檬酸盐利用、V-P反应为阴性，不产吲哚和 H_2S，硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠。不能水解酪蛋白、淀粉、吐温 40 和吐温 80，能水解吐温 20 和吐温 60。利用下列碳源产酸：D-核糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、D-甘露醇、山梨醇、N-乙酰基葡萄糖胺、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、松三糖和 D-己酮糖，不能利用 API 50CHB 测试的其他碳源产酸。能利用下列化合物：N-乙酰-D-葡萄糖胺、N-乙酰基-β-D-甘露糖胺、D-阿糖醇、D-纤维二糖、D-果糖、D-葡萄糖酸、α-D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-松三糖、D-阿洛酮糖、D-山梨醇、D-海藻糖和甘油。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要极性脂包括二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.0 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，菌株 $Y27^T$ 隶属于大洋芽胞杆菌属，与其他已知大洋芽胞杆菌属的菌株具有 95.0%～98.7%的序列同源性。菌株 $Y27^T$ 和大洋芽胞杆菌属的相关模式菌株的 DNA-DNA 关联度小于 43%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagcg  gacagaactc
61    ttcggaggga  cgttcgtgga  acgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag  gcaacctgcc
121   tgtaagactg  ggataactcg  cggaaacgcg  agctaatacc  ggataatact  tatcatctcc
181   tgatggtaag  ttgaaaggcg  gcttttgctg  tcacttacag  atgggcctgc  ggcgcattag
241   ctagttggtg  gggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat
301   cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct
361   tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc
421   gtaaaactct  gttgtcgggg  aagaacaagt  atgatagtaa  ctgatcgtac  cttgacggta
481   cccgaccaga  aagccacggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  taggtggcaa
541   gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  ctcgcaggcg  gttctttaag  tctgatgtga
601   aatcttgcgg  ctcaaccgta  aacgtgcatt  ggaaactgga  ggacttgagt  gcagaagagg
661   agagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac  accagtggcg
721   aaggcgactc  tctggtctgt  aactgacgct  gaggagcgaa  agcgtgggga  gcgaacagga
781   ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aggtgttagg  gggtttccgc
841   cccttagtgc  tgaagttaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggc  cgcaaggctg
901   aaactcaaaa  gaattgacgg  ggacccgcac  aagcggtgga  gcatgtggtt  taattcgaag
961   caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcctttgacc  gctctggaga  cagagttttc
1021  ccttcgggga  caaagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt
1081  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcattt  agttgggcac
1141  tctaaggtga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc
1201  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac  aatggacgga  acaaagggaa  gcaagcccgc
1261  gaggtcaagc  aaatcccata  aaaccgttct  cagttcggat  tgtaggctgc  aactcgccta
1321  catgaagccg  gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg
1381  tcttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agttcgtaac  acccgaagtc  ggtgaggtaa
1441  cctttttgga  gccagccgcc  gaaggtggga  cgaatgattg  gggtgaagtc  gtaacaaggt
1501  agccgtatcg  gaaggtgc
```

三十一、鸟氨酸芽胞杆菌属（*Ornithinibacillus*）

【属特征描述】耐盐至中度嗜盐。细胞壁特征氨基酸为鸟氨酸，肽聚糖为 A4β 型（L-Orn←D-Asp）。主要脂肪酸为 iso-支链脂肪酸和 anteiso-支链脂肪酸，iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$ 含量最高，iso-$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$ 含量中等。主要极性脂为二磷脂酰甘油，含量由中等至微量的依次是一种未知磷脂、一种未知氨基磷脂和磷脂酰甘油。主要呼吸醌为 MK-7。DNA 的 G+C 含量为 36 mol%～41 mol%。模式种为 *Ornithinibacillus bavariensis*。**★属名释意：***Ornithinibacillus* 中 *ornithinum* 为鸟氨酸之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为鸟氨酸芽胞杆菌属（N.L. n. *ornithinum*，ornithine；L. masc. n. *bacillus*，a small staff，a wand；N.L. masc. n. *Ornithinibacillus*，a rod with ornithine）。

406. *Ornithinibacillus bavariensis*（巴伐利亚鸟氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-31-1。*Ornithinibacillus bavariensis* Mayr et al.，2006，sp. nov.（巴伐利亚鸟氨酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**WSBC 24001 = CCM 7096 = DSM 15681。**★16S rRNA 基因序列号：**Y13066。**★种名释意：***bavariensis* 意为模式菌株分离自德国巴伐利亚，故其中文名称为巴伐利亚鸟氨酸芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *bavariensis*，of Bavaria，indicating the source of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 WSBC 24001^T 从德国巴伐利亚的巴氏奶样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［0.4 μm ×（2～6）μm］、革兰氏阳性菌、好氧、能运动、单独或短链状，形成芽胞、椭圆形、胞囊膨大（宽约 0.8 μm）。末端位置形成椭圆形芽胞。TSA 培养基上 30℃培养 10 d 形成的菌落直径为 10 mm、呈圆形、凸起、略带棕/橙、有规则边缘。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别为 5～45℃、7～10 和 0～10%（w/v）；最适的生长温度为 42℃，菌株在 7℃时不能生长；最适生长的 NaCl 浓度为 0.5%～4%。在 pH 为 6 时菌株不能生长。血琼脂上 37℃培养 2 d 后，观察到红细胞溶解现象。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶和明胶酶为阳性。不能水解淀粉。不产 H_2S、吲哚、二羟基丙酮和 3-羟基丁酮。不能利用柠檬酸盐，不能还原硝酸盐。β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶和卵黄卵磷脂酶为阴性。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$、iso-$C_{14:0}$、$C_{16:1\ \omega11c}$、$C_{14:0}$、$C_{16:1\omega7c}$、$C_{15:0}$、iso-$C_{17:1\ \omega10c}$ 和 iso-$C_{13:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。肽聚糖类型是 A4β（L-Orn-D-Asp）。极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、未知的磷脂和氨磷脂。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 36.4 mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示，菌株 WSBC 24001^T 与枝芽胞杆菌属的同源性为 95.3%～96.1%，与 *Oceanobacillus* 的种类同源性为 95.6%～95.7%，与菌株 *Bacillus firmus* IAM12464^T 同源性为 95.5%，与菌株 *B. niacini* IFO15566^T 的同源性为 95.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ccttcggggt  gaaagtagtg  gatcgagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaacctg
61     cctgtaagac  tgggataact  cgcggaaacg  cgagctaata  ccggataata  ctttttatca
121    catggtaaga  agatgaaagg  cggcgtaagc  tgtcacttac  agatgggccc  gcggcgcatt
181    agctagttgg  tgaggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg
```

241 atcggccaca ctgggactga gacacggccc agactcctac gggaggcagc agtagggaat
301 cttccgcaat ggacgaaagt ctgacggagc aacgccgcgt gagtgatgaa ggttttcgga
361 ttgtaaaact ctgttgttag ggaagaacaa gtacaagagt aactgcttgt accttgacgg
421 tacctaacca gaaagccccg gctaactacg tgccagcagc cgcggtaata cgtagggggc
481 gagcgttgtc cggaattatt gggcgtaaag cgcgcgcagg cggttcttta agtctgatgt
541 gaaagcccac ggcttaaccg tggagggtca ttggaaactg gaggacttga gtgcagaaga
601 ggagagtgga attccacgtg tagcggtgaa atgcgtagag atgtggagga acaccagtgg
661 cgaaggcgac tctctggtct gtaactgacg ctgaggcgcg aaagcgtggg gagcgaacag
721 gattagatac cctggtagtc cacgccgtaa acgatgagtg ctaggtgtta gggggtttcc
781 gccccttagt gctgaagtta acgcattaag cactccgcct ggggagtacg gccgcaaggc
841 tgaaactcaa aagaattgac gggggccgca caagcggtgg agcatgtggt ttaattcgaa
901 gcaacgcgaa gaaccttacc aggtcttgac atcctctgac caccctagag atagggcttt
961 cccttcgggg acagagagac aggtggtgca tggttgtcgt cagctcgtgt cgtgagatgt
1021 tgggttaagt cccgcaacga gcgcaaccct tgatcttagt tgccagcatt cagttgggca
1081 ctctaaggtg actgccggtg acaaaccgga ggaaggtggg gatgacgtca aatcatcatg
1141 ccccttatga cctgggctac acacgtgcta caatggatgg tacaaagggc agcgaagccg
1201 cgaggtgaag caaatcccat aaaaccattc tcagttcgga ttgcaggctg caactcgcct
1261 gcatgaagcc ggaatcgcta gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat acgttcccgg
1321 gccttgtaca caccgcccgt cacaccacga gagttggtaa cacccgaagt cggtgaggta
1381 acctttttgga gccagccgcc taaggtggga ccaatgattg gggtgaagtc gtaacaaggt
1441 agccgtgtcg a

407. *Ornithinibacillus californiensis*（加利福尼亚鸟氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-31-2。*Ornithinibacillus californiensis* Mayr et al.，2006，sp. nov.（加利福尼亚鸟氨酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MB-9 = CCM 7237 = DSM 16628。**★16S rRNA 基因序列号：**AF326365。**★种名释意：***californiensis* 意为模式菌株分离自美国加利福尼亚，故其中文名称为加利福尼亚鸟氨酸芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *californiensis*，of California，indicating the source of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MB-9^T 从加利福尼亚海域表层沉积物样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［0.4 μm ×（2～6）μm］、革兰氏阳性、有规则、能运动、单独或短链状生长，形成芽胞、端生、椭圆形、胞囊膨大（宽约 0.8 μm）。在 TSA 培养基上 30℃培养 10 d 后形成的菌落直径约 5 mm、严格好氧、呈圆形、凸起、略带棕/橙、有规则边缘。**★生理特性：**生长的温度为 10～37℃，菌株在 7℃和 42℃时不能生长。最适的生长温度为 30℃。生长的 NaCl 浓度为 0.5%～12%，最适生长的 NaCl 浓度是 0.5%～0.8%。无 NaCl 时菌株不能生长。生长的 pH 为 5～9，在 pH 为 10 时生长很弱。血琼脂上 37℃培养 2 d 后，观察到红细胞溶解现象。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶和明胶酶为阳性。不产吲哚、3-羟基丁酮、二羟基丙酮和 H_2S。不能还原硝酸盐，不能水解淀粉。β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶和卵黄卵磷脂为阴性。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{14:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$、$C_{16:1\omega11c}$、$C_{14:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。肽聚糖类型是 A4β（L-Orn-D-Asp）。极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、未知

的磷脂和氨磷脂。★**分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 40.8 mol%。DNA-DNA 杂交结果显示菌株 MB-9ᵀ 与菌株 *O. bavariensis* WSBC 24001ᵀ 的关联度为 15.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      tagantttga  tcatggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61     cgagtgaaac  taactgatcc  cttcggggtg  acgttagtgg  atctagcggc  ggacgggtga
121    gtaacacgtg  ggcaacctgc  ctgtaagact  gggataactc  gcggaaacgt  gagctaatac
181    cggataatac  tttgaacttc  atggttcgaa  gatgaaaggc  ggcttcggct  gtcacttaca
241    gatgggcccg  cggcgcatta  gctagttggt  gaggtaacgg  ctcaccaagg  cgacgatgcg
301    tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg
361    ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg
421    agtgatgaag  gttttcggat  tgtaaaactc  tgttgttagg  gaagaacaag  ttgggtagta
481    actgaccnga  ccttgacggt  acctaaccag  aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc
541    gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc
601    ggtcctttaa  gtctgatgtg  aaagcccacg  gcttaaccgt  ggagggtcat  tggaaactgg
661    aggacttgag  tacagaagag  gagagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga
721    tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact  ctctggtctg  taactgacgc  tgaggcgcga
781    aagcgtgggg  agcgaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc
841    taggtgttag  gggggtttccg  cccсttagtg  ctgaagttaa  cgcattaagc  actccgcctg
901    gggagtaccg  gccgcaaggc  tgaaactcaa  aagaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg
961    gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catcctctga
1021   cacccctaga  gatagggctt  tcccttcggg  gacagagtga  caggtggtgc  atggttgtcg
1081   tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttattcttag
1141   ttgccagcat  ttagttgggc  actctaagga  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg
1201   ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatggatg
1261   gtacaaaggg  cagcgaagcc  gcgaggtgaa  gctaatccca  taaaaccatt  ctcagttcgg
1321   attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagc  cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg
1381   ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagttggta
1441   acacccgaag  tcggtgaggt  aacсttttgg  agccagccgc  ctaaggtggg  accaatgatt
1501   ggggtgaagt  cgtaacaagg  taanccgg
```

408. *Ornithinibacillus contaminans*（污血鸟氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-31-3。*Ornithinibacillus contaminans* Kämpfer et al.，2010，sp. nov.（污血鸟氨酸芽胞杆菌）。★**模式菌株：**CCUG 53201 = DSM 22953。★**16S rRNA 基因序列号：**FN597064。★**种名释意：***contaminans* 为（血液）污染物之意，故其中文名称为污血鸟氨酸芽胞杆菌（L. part. adj. *contaminans*，contaminating，polluting，referring to the isolation of the type strain as a contaminant of a human blood sample）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 CCUG 53201ᵀ 从 75 岁妇女血液样品中分离而来。★**形态特征：**细胞杆状 [（0.8～1.0）μm ×（2.0～3.0）μm]、革兰氏阳性、不运动，形成芽胞、球形、端生。TSA 培养基上形成的菌落呈圆形、凸起、米色，培育后期变成棕色。★**生理特性：**生长的温度是 20～45℃，最适生长温度是 30℃，在 10℃或 50℃时菌株不能生长。生长的 pH 是 6.5～9.5，最适的生长 pH 是 7～9；生长的 NaCl 浓度是 0～6%。★**生**

化特性：过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不能利用大多数碳源。能利用一些有机酸，如丙酮酸盐、富马酸盐和 L-苹果酸。★**化学特性**：主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。肽聚糖类型为 A4β（L-Orn-D-Asp）。主要呼吸醌为 MK-7 和少量 MK-6。极性脂主要成分是二磷脂酰甘油和一种未知的磷脂，还含有一定数量的磷脂酰甘油。★**分子特性**：16S rRNA 基因序列系统发育分析表明：菌株 CCUG 53201^T 与 *Ornithinibacillus* 聚成一类，菌株 CCUG 53201^T 与 *O. bavariensis* WSBC 24001^T 和 *O. californiensis* DSM 16628^T 的同源性分别为 97.9%和 98.7%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 CCUG 53201^T 与 *O. bavariensis* DSM 15681^T 和 *O. californiensis* DSM 16628^T 的关联度分别为 40%和 31%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gcggcgcatt  agctagttgg  tgaggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc
61     tgagagggtg  atcggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc
121    agtagggaat  cttccgcaat  ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa
181    ggttttcgga  tcgtaaaact  ctgttgttag  ggaagaacaa  gtcgggtagt  aactgacccg
241    gccgtgacgg  tacctaacca  gaaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata
301    cgtagggggc  gagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggtccttta
361    agtctgatgt  gaaagcccac  ggcttaaccg  tggagggtca  ttggaaactg  gaggacttga
421    gtacagaaga  ggagagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga
481    acaccagtgg  cgaaggcgac  tctctggtct  gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg
541    gagcgaacag  gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaggtgtta
601    gggggtttcc  gccccttagt  gctgaagtta  acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg
661    gccgcaaggc  tgaaactcaa  aagaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg
721    tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catcctctga  cactcctaga
781    gataggaatt  tcccttcggg  gacagagtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg
841    tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcat
901    ttagttgggc  actctaaggt  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc
961    aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct  acaatggatg  gtacaaaggg
1021   cagcaaaacc  gcgaggtcga  gcaaatccca  taaaaccatt  ctcagttcgg  attgcaggct
1081   gcaactcgcc  tgcatgaagc  cggaatcgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa
1141   tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagttggta  acacccgaag
1201   tcggtgaggt  aacctttttgg agccagccgc  ctaaggtggg  accaatgatt  gggg
```

409. *Ornithinibacillus halophilus*（喜盐鸟氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-31-4。*Ornithinibacillus halophilus* Bagheri et al.，2013，sp. nov.（喜盐鸟氨酸芽胞杆菌）。★**模式菌株**：G8B = IBRC-M10683 = KCTC 13822。★**16S rRNA 基因序列号**：HQ433440。★**种名释意**：*halophilus* 中 *hals* 为盐之意，*philos* 为喜好之意，故其中文名称为喜盐鸟氨酸芽胞杆菌（ha.lo′phi.lus. Gr. n. *hals*，*halos* salt；Gr. adj. *philos* loving；N.L. masc. adj. *halophilus* salt-loving）。

【种类描述】★**菌株来源**：菌株 G8B^T 从伊朗阿巴德超盐度湖水样品中分离而来。★**形态特征**：细胞杆状［（0.5～0.6）μm ×（4.0～20.0）μm］、革兰氏阳性、中度嗜盐、能运动，肿胀的胞囊上端生椭圆形芽胞；7.5% HM 培养基上 35℃培养 48 h，菌落为圆形、凸

起、完整、光滑、奶油色、直径 0.6 mm、产内芽胞。**★生理特性：**生长的最适 pH 和最适温度分别为 7.5～8.0、35～40℃；生长的 NaCl 浓度是 0.5%～12.5%（w/v），最适 NaCl 浓度为 5%～7.5%（w/v）。对下列化合物敏感：阿莫西林（30 μg）、氨苄西林（30 μg）、杆菌肽（10 U）、羧苄西林（100 μg）、庆大霉素（30 μg）、呋喃咀啶（300 μg）、四环素（30 μg）、妥布霉素（10 μg）、利福平（5 μg）。对下列化合物不敏感：阿米卡星（30 μg）、新霉素（30 μg）、卡那霉素（30 μg）、萘啶酸（30 μg）、多黏菌素 B（30 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。水解淀粉。不能水解酪蛋白、明胶、DNA、吐温 40、吐温 60 和吐温 80。硝酸盐不能被还原，不产生吲哚和 H_2S。由下列化合物产酸：D-果糖、D-葡萄糖、乳糖、核糖和甘油，但不能由半乳糖、蔗糖、麦芽糖或 D-甘露醇产酸。甲基红、V-P 反应、脲酶、β-牛乳糖、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶、苯丙氨酸脱氨酶为阴性。能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：棉籽糖、淀粉和丙氨酸。不能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：阿拉伯糖、D-葡萄糖、D-核糖、蔗糖、甘露醇、半乳糖、D-甘露糖、蜜二糖、D-果糖、纤维二糖、海藻糖、甘油、L-天冬酰胺、L-精氨酸、L-组氨酸、L-亮氨酸、甘氨酸、甲硫氨酸、苯丙氨酸、脯氨酸、半胱氨酸、酪氨酸和缬氨酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7（98%）和 MK-8（2%）。极性脂类包含磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、4 种未知磷脂质和一种未知氨脂质。肽聚糖类型为 A4β（L-Orn-D-Asp）。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 36.9 mol%。16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示菌株 G8B^T 与 *O. bavariensis* 菌株 WSBC 24001^T 的同源性达到了 97.6%。G8B^T 和 *O. bavariensis* DSM 15681^T 的 DNA-DNA 杂交关联度仅为 6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tagagtttga tcatggctca ggacgaacgc tggcggcgtg cctaatacat gcaagtcgag
61    cgcgtgaatc tcactgaact cttcggaggg acgtgagtgg atcgagcggc ggacgggtga
121   gtaacacgtg ggcaacctgc ctgtaagact gggataactc gcggaaacgt gagctaatac
181   cggataatac ttttaatcac atggttagaa gatgaaaggc ggcttttgct gtcacttaca
241   gatgggcccg cggcgcatta gctagttggt gaggtaacgg ctcaccaagg caacgatgcg
301   tagccgacct gagagggtga tcggccacac tgggactgag acacggccca gactcctacg
361   ggaggcagca gtagggaatc ttccgcaatg gacgaaagtc tgacggagca acgccgcgtg
421   agtgatgaag gttttcggat tgtaaaactc tgttgttagg gaagaacaag tactagagta
481   actgctagta ccttgacggt acctaaccag aaagccccgg ctaactacgt gccagcagcc
541   gcggtaatac gtagggggca agcgttgtcc ggaattattg ggcgtaaagc gcgcgtaggc
601   ggtcctttaa gtctgatgtg aaagcccacg gcttaaccgt ggagggtcat tggaaactgg
661   aggacttgag tgcagaagag gagagtggaa ttccacgtgt agcggtgaaa tgcgtagaga
721   tgtggaggaa caccagtggc gaaggcgact ctctggtctg taactgacgc tgaggtgcga
781   aagcgtgggt agcgaacagg attagatacc ctggtagtcc acgccgtaaa cgatgagtgc
841   taggtgttag gggtttccg  cccttagtg  ctgcagttaa cgcattaagc actccgcctg
901   gggagtacgg ccgcaaggct gaaactcaaa agaattgacg gggacccgca caagcggtgg
961   agcatgtggt ttaattcgaa gcaacgcgaa gaaccttacc aggtcttgac atcctctgac
1021  acccctagag atagggcttt cccttcgggg acagagtgac aggtggtgca tggttgtcgt
1081  cagctcgtgt cgtgagatgt tgggttaagt cccgcaacga gcgcaaccct tgatcttagt
1141  tgccagcatt aagttgggca ctctaaggtg actgccggtg acaaaccgga ggaaggtggg
1201  gatgacgtca aatcatcatg ccccttatga cctgggctac acacgtgcta caatggatgg
```

1261	aacagagggc	agcgaaaccg	tgaggtgaag	caaatcccat	aaaaccattc	tcagttcgga
1321	ttgtaggctg	caactcgcct	acatgaagcc	ggaatcgcta	gtaatcgcgg	atcagcatgc
1381	cgcggtgaat	acgttcccgg	gtcttgtaca	caccgcccgt	cacaccacga	gagttggtaa
1441	cacccgaagt	cggtgaggta	accttttgga	gccagccgcc	taaggtg	

410. *Ornithinibacillus halotolerans*（耐盐鸟氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-31-5。*Ornithinibacillus halotolerans* Yang et al.，2014，sp. nov.（耐盐鸟氨酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**GD04 = KCTC 33116 = CGMCC 1.12408。**★16S rRNA 基因序列号：**KC311560。**★种名释意：***halotolerans* 中 *hals* 为盐之意，*tolerans* 为耐受之意，故其中文名称为耐盐鸟氨酸芽胞杆菌（ha.lo.to′le.rans. Gr. n. *hals halos*，salt；L. pres. part. *Tolerans*，tolerating，enduring；N.L.part. adj. *halotolerans*，salt-tolerating）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 GD04^T 从我国南部盐湖土壤样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（1.6～3.2）μm ×（0.3～0.6）μm］、革兰氏阳性、需氧、通过单根极性鞭毛运动；肿胀的胞囊上端生椭圆至球形芽胞。TSA 培养基上 30℃培养 48 h，菌落为圆形、白色、漏斗状、透明。**★生理特性：**生长的温度是 10～45℃（最适温度为 30℃）；生长的 pH 是 7.0～9.5（最适 pH 为 8.0）；生长的 NaCl 浓度是 0.5%～12%（w/v），最适 NaCl 浓度为 1%～2%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。下列反应为阴性：β-牛乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶、利用柠檬酸盐。不产 H_2S、吲哚和 3-羟基丁酮。能水解七叶苷，不能水解明胶、淀粉或酪蛋白。由下列化合物产酸：D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、熊果苷、松二糖、L-海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾、5-酮基葡萄糖酸钾。不能由下列化合物产酸：甘油、赤藓糖醇、D-木糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-木吡喃糖苷、D-半乳糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖、肌糖、D-甘露醇、D-山梨醇、甲基-α-吡喃甘露糖苷、甲基-α-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰氨基葡萄糖、苦杏仁苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、苦杏仁糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-海藻糖、2-酮基葡萄糖酸钾。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。肽聚糖类型为 A4β（L-Orn-D-Asp）。主要极性脂类为二磷脂酰甘油和部分磷脂酰甘油、磷脂酰肌醇、一种未知的磷脂、一种未知的脂类及少量其他未知的脂类。主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 39.3 mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示，菌株 GD04^T 与 *O. bavariensis* 和 *O. contaminans* 菌株的同源性均达 96.5%。16S rRNA 基因序列如下。

1	cttgcgcatg	ctataatgca	gtcgagcgag	tgaactaact	gatcccttcg	gggtgatgtt
61	agtggatcta	tcggcggacg	ggtgagtaac	acgtgggcaa	cctgcctgta	agactgggat
121	aacttgcgga	aacgtgagct	aataccggat	gatacttttc	acctcatggt	gagaaggtga
181	aaggcggcgt	cggctgtcac	ttacagatgg	gcccgcggcg	cattatctag	ttggtgaggt
241	aacggctcac	caaggcgaca	atgcgtagcc	gacctgagag	ggtgatcggc	cacactggga
301	ctgagacacg	gcccagactc	ctacgggagg	cagcagtagg	gaatcttccg	caatggacga
361	aagtctgacg	gagcaacgcc	gcgtgagtga	tgaaggtttt	cggattgtaa	aactctgttg
421	ttagggaaga	acaagtacga	tagtaactga	tcgtaccttg	acggtaccta	accagaaagc

481	cccggctaac	tacgtgccag	cagccgcggt	aatacgtatg	gggcaagcgt	tgtccggaat
541	tattgggcgt	aaagcgcgcg	caggcggtcc	tttaagtctg	atgtgaaagc	ccacggctta
601	accgtggagg	gtcattggaa	actggaggac	ttgagtgcag	aagaggagag	tggaattcca
661	cgtgtagcgg	tgaaatgcgt	agagatgtgg	aggaacacca	gtggcgaagg	cgactctctg
721	gtctgtaact	gacgctgagg	cgcgaaagcg	tgggtagcga	acaggattag	ataccctggt
781	agtccacgcc	gtaaacgatg	agtgctaggt	gttagggggt	ttccgcccct	tagtgctgaa
841	gttaacgcat	taagcactcc	gcctggggag	tacggccgca	aggctgaaac	tcaaaagaat
901	tgacgggggc	ccgcacaagc	ggtggagcat	gtggtttaat	tcgaagcaac	gcgaagaacc
961	ttaccaggtc	ttgacatccc	attgaccgct	atggagacat	agtttcccct	tcgggggcaa
1021	tggtgacagg	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt	gagatgttgg	gttaagtccc
1081	gcaacgagcg	caacccttat	tcttagttgc	cagcatttag	ttgggcactc	taaggagact
1141	gccggtgaca	aaccggagga	aggtggggat	gacgtcaaat	catcatgccc	cttatgacct
1201	gggctacaca	cgtgctacaa	tggatggtac	aaagggcagc	gaagccgcga	ggtgaagcaa
1261	atcccataaa	accattctca	gttcggattg	caggctgcaa	ctcgcctgca	tgaagccgga
1321	atcgctagta	atcgcggatc	agcatgccgc	ggtgaatacg	ttcccgggcc	ttgtacacac
1381	cgcccgtcac	accacgagag	ttggtaacac	ccgaagtcgg	tgaggtaacc	tttggagcca
1441	gccgctaagg	tgacaaaag				

411. *Ornithinibacillus heyuanensis*（河源鸟氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-31-6。*Ornithinibacillus heyuanensis* Wu et al.，2010，sp. nov.（河源鸟氨酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**GIESS003 = KCTC 33159 = CCTCC 2013106。**★16S rRNA 基因序列号：**KF317693.2。**★种名释意：***heyuanensis* 意为模式菌株分离自我国广东河源，故其中文名称为河源鸟氨酸芽胞杆菌（he.yu.an.en′sis. N.L. mas. adj. *heyuanensis*，of or pertaining to Heyuan，a city in South China，from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 GIESS003^T 从我国广东河源市水涝水稻田土壤样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状、革兰氏阳性、能运动、溶血性、形成芽胞。NA 培养基上生长 2 d 形成的菌落呈圆形、凸起、平滑、白色。**★生理特性：**生长的温度是 25～50℃，最适生长温度是 35℃，在 10℃或 50℃时菌株不能生长。生长的 pH 是 6.0～10.0，最适生长的 pH 是 7.0～7.5；生长的 NaCl 浓度是 3.0%～3.5%，不能在超过 9.5% NaCl 浓度下生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解酪蛋白，不能水解淀粉、明胶、七叶苷、吐温 40、吐温 60 和吐温 80。产 H_2S 和吲哚。脲酶和硝酸盐还原为阴性。能由以下化合物产酸：甘油、D-葡萄糖、5-酮基葡萄糖酸。不能由以下化合物产酸：D-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、D-果糖、D-甘露糖、D-山梨糖、D-甘露醇、D-山梨醇、N-乙酰氨基葡萄糖、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、柠檬酸铁、水杨苷、D-纤维二糖、D-麦芽糖、D-蔗糖、D-海藻糖、淀粉、糖原、木糖醇、苦杏仁糖、D-己酮糖、D-阿糖醇、L-阿拉伯糖、L-木糖、甲基-D-木糖、配糖体、D-蜜二糖、D-松三糖、D-棉籽糖、D-松二糖、D-来苏糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-半乳糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌糖、α-甲基-D-甘露糖苷、α-甲基-D-吡喃葡萄糖苷。能利用 α-D-葡萄糖、蔗糖、D-核糖、衣康酸、5-酮基葡萄糖酸作为碳源。不能利用下列物质作为碳源：甘露醇、水杨苷、D-蜜二糖、L-海藻糖、D-山梨醇、L-阿拉伯糖、丙酸盐、戊酸盐、柠檬酸盐、L-脯氨酸、L-丙氨酸、L-丝

氨酸、鼠李糖、N-乙酰氨基葡萄糖、肌糖、麦芽糖、辛二酸盐、丙二酸盐、草酸、D-乳酸盐、糖原、3-羟基苯甲酸盐。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。肽聚糖类型为 A4β（L-Orn-D-Asp）。主要极性脂类为二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$和 iso-$C_{14:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 40.1 mol%。16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示，菌株 GIESS003^{T} 与 *O. contaminans* DSM22953^{T}、*O. profundus* DSM18246^{T}、*O. bavariensis* DSM15681^{T} 和 *O. caeni* KCTC 13061^{T} 的同源性分别为 96.5%、95.6%、95.1%和 95.1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       tagagtttga  tcatggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61      cgcgtgaatc  tcactgaact  cttcggaggg  acgtgagtgg  atcgagcggc  ggacgggtga
121     gtaacacgtg  ggcaacctgc  ctgtaagact  gggataactc  gcggaaacgt  gagctaatac
181     cggataatac  ttttaatcac  atggttagaa  gatgaaaggc  ggcttttgct  gtcacttaca
241     gatgggcccg  cggcgcatta  gctagttggt  gaggtaacgg  ctcaccaagg  caacgatgcg
301     tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg
361     ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg
421     agtgatgaag  gttttcggat  tgtaaaactc  tgttgttagg  gaagaacaag  tactagagta
481     actgctagta  ccttgacggt  acctaaccag  aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc
541     gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgtaggc
601     ggtcctttaa  gtctgatgtg  aaagcccacg  gcttaaccgt  ggagggtcat  tggaaactgg
661     aggacttgag  tgcagaagag  gagagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga
721     tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact  ctctggtctg  taactgacgc  tgaggtgcga
781     aagcgtgggt  agcgaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc
841     taggtgttag  gggggtttccg  ccccttagtg  ctgcagttaa  cgcattaagc  actccgcctg
901     gggagtacgg  ccgcaaggct  gaaactcaaa  agaattgacg  ggggcccgca  caagcggtgg
961     agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atcctctgac
1021    acccctagag  atagggcttt  cccttcgggg  acagagtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt
1081    cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgatcttagt
1141    tgccagcatt  aagttgggca  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg
1201    gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg
1261    aacagagggc  agcgaaaccg  tgaggtgaag  caaatcccat  aaaaccattc  tcagttcgga
1321    ttgtaggctg  caactcgcct  acatgaagcc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc
1381    cgcggtgaat  acgttcccgg  gtcttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagttggtaa
1441    cacccgaagt  cggtgaggta  accttttgga  gccagccgcc  taaggtg
```

412. *Ornithinibacillus scapharcae*（毛蚶鸟氨酸芽胞杆菌）

【种类编号】1-31-7。*Ornithinibacillus scapharcae* Shin et al.，2012，sp. nov.（毛蚶鸟氨酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**TW25 = KACC 15116 = JCM 17314。**★16S rRNA 基因序列号：**NR117927。**★种名释意：***scapharcae* 为毛蚶学名之意，故其中文名称为毛蚶鸟氨酸芽胞杆菌（sca.phar′ca.e.N.L. n. *Scapharca*，a scientific zoological generic name；*scapharcae*，of *Scapharca*，isolated from the ark clam，*Scapharca inaequivalvis*）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 TW25^{T} 从朝鲜半岛死毛蚶样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（1.0～1.3）μm ×（0.3～0.5）μm］、革兰氏阳性、需氧、具有溶血活性、

依靠周生鞭毛运动，形成芽胞、芽胞圆形、一端或两端、胞囊肿胀。TSB 培养基上生长，菌落呈圆形（直径为 2.0～3.0 mm）、褐色、透明、漏斗状。**★生理特性：**可在 pH 7～10、温度 10～37℃、NaCl 浓度 0～5%（w/v）的条件下生长，最适生长条件为：pH 8～9、温度 30℃和 NaCl 浓度 1%（w/v）。**★生化特性：**能水解淀粉，不能水解酪蛋白和明胶。能利用柠檬酸盐。在 GP2 微生物平板上，只能吸收 α-戊酮酸。API 50CHB/E 试验显示，能利用下列化合物产酸：甘油、D-核糖、D-木糖、D-葡萄糖、D-甘露醇、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰氨基葡萄糖、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、D-纤维二糖、D-麦芽糖、蔗糖、D-海藻糖、淀粉、糖原、木糖醇、苦杏仁糖。API ZYM 试验显示碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-葡萄糖苷、β-葡萄糖苷。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、4 种未知磷脂质、一种未知氨脂质。肽聚糖类型为 A4β。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 36.7 mol%。16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示菌株 TW25^T 与 *O. californiensis* 模式菌株的同源性达 98.5%，TW25^T 与 *Ornithinibacillus* 相关菌株的 DNA-DNA 杂交关联度低于（11±3）%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gagtgaaact  aactgatccc
61     tccggggtga  cgttagtgga  tctagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctgcc
121    tgtaagactg  ggataactcg  cggaaacgcg  agctaatacc  ggatgatact  ttgaactgca
181    tggttcgaag  atgaaaggcg  gcgcaagctg  tcacttacag  atgggcccgc  ggcgcattag
241    ctagttggtg  aggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat
301    cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct
361    tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc
421    gtaaaactct  gttgttaggg  aagaacaagt  acaagagtaa  ctgcttgtac  cttgacggta
481    cctaaccaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  taggggggcaa
541    gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtcctttaag  tctgatgtga
601    aagcccacgg  cttaaccgtg  gagggtcatt  ggaaactgga  ggacttgagt  acagaagagg
661    agagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac  accagtggcg
721    aaggcgactc  tctggtctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcgaacagga
781    ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aggtgttagg  gggtttccgc
841    cccttagtgc  tgaagttaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggc  cgcaaggctg
901    aaactcaaaa  gaattgacgg  gggcccgcac  aagcggtgga  gcatgtggtt  taattcgaag
961    caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcctctgaca  accctagaga  tagggctttc
1021   ccttcgggga  cagagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt
1081   gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gttcttagtt  gccagcattt  agttgggcac
1141   tctaaggaga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc
1201   cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac  aatggatggt  acaaagggca  gcgaagccgc
1261   gaggtgaagc  aaatcccata  aaaccattct  cagttcggat  tgcaggctgc  aactcgcctg
1321   catgaagccg  gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg
1381   ccttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agttggtaac  acccgaagtc  ggtgaggtaa
1441   ccat
```

三十二、海境芽胞杆菌属（*Paraliobacillus*）

【属特征描述】营养细胞为革兰氏阳性，形成芽胞，杆状，以周生鞭毛运动。芽胞球形至椭圆形，端生，胞囊明显膨胀。兼性厌氧，好氧培养时过氧化氢酶为阳性，假过氧化氢酶（pseudocatalase）为阴性。生长需要糖类、糖醇或相关物质。葡萄糖经好氧代谢所产的主要有机酸为乙酸和丙酮酸。厌氧培养时，葡萄糖代谢的末端产物为乳酸、甲酸、乙酸和乙醇，后三种产物的物质的量比约为 2∶1∶1，不产气。轻度嗜盐，极度耐盐，轻度嗜碱。肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。与 *Gracilibacillus* 的 16S rRNA 基因序列同源性为 95.2%。DNA 的 G+C 含量为 35.6 mol%。模式种为 *Paraliobacillus ryukyuensis*。**★属名释意：***Paraliobacillus* 中 *paralios* 为海滨之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为海境芽胞杆菌属[Gr. adj. *paralios*，littoral；L. masc. n. *bacillus*，rod；N.L. masc. n. *Paraliobacillus*，rod inhabiting littoral（marine）environment]。

413. *Paraliobacillus quinghaiensis*（青海海境芽胞杆菌）

【种类编号】1-32-1。*Paraliobacillus quinghaiensis* Chen et al.，2009，sp. nov.（青海海境芽胞杆菌）。**★模式菌株：**YIM-C158 = CGMCC 1.6333 = DSM 17857。**★16S rRNA 基因序列号：**EU135728。**★种名释意：***quinghaiensis* 意为模式菌株分离自我国青海，故其中文名称为青海海境芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *quinghaiensis*，pertaining to Qinghai，western province of China，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 YIM-C158^T 是从我国西北部地区柴达木盆地盐湖的沉积物中分离得到的。**★形态特征：**细胞细杆状、革兰氏阳性、专性好氧、适度嗜盐、单生或成对或链状生长、以周生鞭毛运动［（0.4～0.6）μm×（3～5.0）μm］，形成芽胞、椭球形、端生或次端生、胞囊膨大。MMA5 培养基上培养 4～5 d 后形成的菌落直径为 1～2 mm、呈圆形、透明、边缘不规则、微凸，菌落培养时间少于 4 d 时呈奶油白色，但随着培养时间延长，菌落变成浅黄色，无扩散色素产生。**★生理特性：**生长的温度是 4～45℃，最适生长温度是 37℃；生长的 pH 是 6.0～10.0，最适生长 pH 是 8.0；生长的 NaCl 浓度是 1%～20%，最适生长 NaCl 浓度是 5%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解淀粉，不能水解酪蛋白、纤维素、几丁质、明胶、吐温 20、吐温 80 和尿素。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。甲基红试验为阳性，V-P 试验为阴性。不产 H_2S 和吲哚。API 20E 测试结果表明，能氧化阿拉伯糖，不能利用柠檬酸盐，不能氧化葡萄糖、甘露醇、肌醇、山梨糖、鼠李糖、蔗糖、蜜二糖和苦杏仁苷。API 50CH 测试结果表明，能利用 D-阿拉伯糖、麦芽糖和-2-酮基-葡萄糖酸钾。Biolog GP2 测试结果表明，能氧化下列化合物：L-阿拉伯糖、熊果苷、纤维二糖、甘油、α-D-乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、甲基 α-D-葡萄糖苷、D-核糖、蔗糖、海藻糖、D-木糖、L-丙氨酸、L-天冬酰胺和 L-丝氨酸。API ZYM 测试结果表明，过氧化氢酶、细胞色素氧化酶、碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、酸性磷酸酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶和萘酚 AS-BI-磷酸水解酶为阳性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖中含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。细胞的主要脂肪酸包括 anteiso-$C_{15:0}$、

iso-$C_{14:0}$、$C_{16:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:1\omega7c}$和 $C_{16:1\omega11c}$。磷脂组成为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和三种未知磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.5 mol%。16S rRNA 基因序列的系统进化分析结果表明，菌株 YIM-C158^T 与 *P. ryukyuensis* DSM 15140^T 的同源性很高，为 96.8%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 YIM-C158^T 与 *P. ryukyuensis* DSM 15140T 的关联度为 15.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagca  agatgacccc
61    ttcggggtga  ttcttgtgga  acgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctgcc
121   tgtaagactg  ggataactcg  cggaaacgtg  agctaatacc  ggataacact  tttctttacc
181   taaggagaag  ttgaaaggcg  gcttttcgga  gctgtcactt  acagatgggc  ccgcggcgca
241   ttagctagtt  ggtagggtaa  tggcctacca  aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg
301   tgatcggcca  cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga
361   atcttccgca  atggacgaaa  gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgaacgatg  aaggttttcg
421   gatcgtaaag  ttctgttgtt  agggaagaac  aagtaccgtt  caaatagggc  ggtaccttga
481   cggtacctaa  cgaggaagcc  ccggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggg
541   ggcaagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggtttt  ttaagtctga
601   tgtgaaatct  tgtggctcaa  ccacaagcgg  tcattggaaa  ctggagaact  tgagtacaga
661   agaggagagt  ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gatatgtgga  ggaacaccag
721   tggcgaaggc  gactctctgg  tctgtaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcgaa
781   caggattaga  taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaggtg  ttagggggtt
841   tccgcccctt  agtgctgcag  ttaacgcatt  aagcactccg  cctggggagt  acggccgcaa
901   ggctgaaact  caaaagaatt  gacggggacc  cgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt
961   cgaagcaacg  cgaagaacct  taccaggtct  tgacatccgc  tgacaatcct  agagatagga
1021  ctttcccttc  ggggacagcg  tgacaggtgg  tgcatggttg  tcgtcagctc  gtgtcgtgag
1081  atgttgggtt  aagtcccgca  acgagcgcaa  cccttgatct  tagttgccag  cattaagttg
1141  ggcactctaa  ggtgactgcc  ggtgacaaac  cggaggaagg  tggggatgac  gtcaaatcat
1201  catgcccctt  atgacctggg  ctacacacgt  gctacaatgg  atggtacaaa  gggcagcgaa
1261  gccgcgaggt  gaagcaaatc  ccataaaacc  attctcagtt  cggattgtag  gctgcaactc
1321  gcctacatga  agccggaatc  gctagtaatc  gtggatcagc  atgccacggt  gaatacgttc
1381  ccgggtcttg  tacacaccgc  ccgtcacacc  acgagagttg  gcaacacccg  aagtcggtga
1441  ggtaaccttt  ttaggaacca  gccgccgaag  gtggggccaa  tgattggggt  gaagtcgtaa
1501  caaggtagcc  gtatcggaag  gt
```

414. *Paraliobacillus ryukyuensis*（琉球海境芽胞杆菌）

【种类编号】1-32-2。*Paraliobacillus ryukyuensis* Ishikawa et al.，2002，sp. nov.（琉球海境芽胞杆菌）。**★模式菌株：**O15-7 = DSM 15140 = IAM 15001 = JCM 21472 = NBRC 100001 = NRIC 0520。**★16S rRNA 基因序列号：**AB087828。**★种名释意：***ryukyuensis* 意为模式菌株分离自日本琉球海岛，故其中文名称为琉球海境芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *ryukyuensis*，from the Ryukyu Islands，Japan，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 O15-7^T 是从日本的冲绳县海藻中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.5）μm ×（2.3～4.5）μm］、革兰氏阳性、喜盐、耐盐、耐碱、兼性厌氧、单生或成对或链状生长。含 2.5% NaCl 的 GYPF 琼脂培养基上形成的菌落直

径为 1.2～1.5 mm、呈圆形、凸起、全缘、黄色、透明。菌落深层呈奶油色、不透明、扁平、直径为 0.5～1.5 mm。琼脂培养基 37℃培养时产芽胞，大小为（0.9～1.0）μm×（0.9～1.4）μm。★**生理特性：**生长的 NaCl 浓度是 0～22.0%（w/v），最适生长的 NaCl 浓度是 0.75%～3.0%（w/v）；生长 pH 为 5.5～9.5，最适生长 pH 为 7.0～8.5；生长的温度是 10～47.5℃，最适生长 NaCl 浓度是 37～40℃。★**生化特性：**硝酸钠不能被还原。不能水解明胶，能水解淀粉。L-精氨酸不产氨气。能利用下列碳源：D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、D-核糖、麦芽糖、蔗糖、乳糖、D-纤维二糖、D-海藻糖、D-棉籽糖、D-松三糖、D-甘露醇、D-山梨醇、核糖醇（弱）、半乳糖醇（弱）、甘油、肌醇、淀粉、菊糖、D-水杨苷、α-甲基-D-葡萄糖苷和葡萄糖酸钠。不能利用下列化合物：D-半乳糖、蜜二糖、D-鼠李糖、D-阿拉伯糖、乙醇、甲酸盐、乙酸盐、乳酸盐、丙酮酸盐、琥珀酸盐、苹果酸盐、富马酸盐、草酰乙酸盐、α-酮戊二酸和柠檬酸。★**化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁的肽聚糖中含有 *meso*-二氨基庚二酸。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 35.6 mol%。菌株 O15-7^{T} 与 *Bacillus* rRNA group 1 中嗜盐/耐盐/嗜碱和耐碱的种类形成独立的一个分支，与 *Gracilibacillus* 的同源性最高，为 95.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     acgctggggc  gtgcctaata  catgcaagtc  gagcgcggga  agcaagatga  atccttcggg
61    aggattcttg  tggaacgagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggcaacc  tgcctgtaag
121   actgggataa  ctccgggaaa  ccggagctaa  taccggataa  aacattggtt  cgcatgaacc
181   aatgatgaaa  ggcggctttt  agctgtcact  tacagatggg  cccgcggcgc  attagctagt
241   tggtgaggta  acggctcacc  aaggcaacga  tgcgtagccg  acctgagagg  gtgatcggcc
301   acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttccgc
361   aatggacgaa  agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgaacgat  gaaggttttc  ggatcgtaaa
421   gttctgttgt  tagggaagaa  caagtaccgt  tcgaacaggg  cggtaccttg  acggtaccta
481   acgaggaagc  cccggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacctagg  gggcaagcgt
541   tgtccggaat  tattgggcgt  aaagcgcacg  caggcggttc  tttaagtctg  atgtgaaatc
601   ttgtggctca  accacaagcg  gtcattggaa  actggggaac  ttgagtgcag  aagaggagag
661   tggaattcca  cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agatatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg
721   cgactctctg  gtctgtaact  gacgctgagg  tgcgaaagcg  tggggagcga  acaggattag
781   ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaggt  gttagggggt  ttccgcccct
841   tagtgctgca  gttaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggccgca  aggctgaaac
901   tcaaaagaat  tgacggggac  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac
961   gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatccg  ctgacagccc  tagagatagg  gtgtcccctt
1021  cgggggcagc  gtgacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt
1081  taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgatc  ttagttgcca  gcatttagtt  gggcactcta
1141  aggtgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggatga  cgtcaaatca  tcatgcccct
1201  tatgacctgg  gctacacacg  tgctacaatg  gatggtacaa  agggcagcga  agccgcgagg
1261  tgaagcaaat  cccataaaac  cattctcagt  tcggattgta  ggctgcaact  cgcctacatg
1321  aagccggaat  cgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt  cccgggtctt
1381  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtt  ggcaacaccc  gaagtcggtg  aggtaacctt
1441  tttggagcca  gccgccgaag  gtggggccaa  tgattggggt  gaagtcgtaa  caaggtagcc
```

三十三、少盐芽胞杆菌属（*Paucisalibacillus*）

【属特征描述】细胞杆状、革兰氏阳性、严格好氧、以长于细胞一端的 2 条极性鞭毛运动、形成芽胞。过氧化氢酶为阳性、氧化酶为阴性。NaCl 不是生长所必需的，少量的 NaCl 能促进生长。肽聚糖类型为 A4α（L-Lys-D-Asp），细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。细胞的主要脂肪酸为饱和脂肪酸和支链脂肪酸。模式种为 *Paucisalibacillus globulus*。**★属名释意：***Paucisalibacillus* 中 *paucus* 为少之意，*sal* 为盐之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为少盐芽胞杆菌属（L. adj. *paucus*，few，little；L. n. *sal salis*，salt；L. masc. n. *bacillus*，a small staff，a wand；N.L. masc. n. *Paucisalibacillus*，a rod that needs only small amounts of salt）。

415. *Paucisalibacillus globulus*（小球状少盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-33-1。*Paucisalibacillus globulus* Nunes et al.，2006，sp. nov.（小球状少盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**B22 = CIP 108857 = LMG 23148。**★16S rRNA 基因序列号：**AM114102。**★种名释意：***globulus* 为菌落小球状之意，故其中文名称为小球状少盐芽胞杆菌[L. n. *globulus*（nominative in apposition），a little ball，a globule，because the bacterium forms colonies that are similar to a little ball，a globule]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $B22^T$ 是从西班牙盆栽土中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状，大小为［0.5 μm ×（3.0～7.0）μm］、革兰氏阳性、异养、好氧，形成芽胞、椭圆形、端生、胞囊不膨大。菌落小、呈球形、光滑、米色。**★生理特性：**最适生长温度为 37℃，在 15℃或 45℃时菌株不能生长；最适生长 pH 是 8.0～8.5，在 pH 为 6.0 或 9.0 时菌株不能生长；生长的 NaCl 浓度是 0～8%（w/v），最适生长 NaCl 浓度是 1%（w/v）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解酪蛋白、淀粉、DNA、熊果苷、七叶苷、马尿酸盐、弹性蛋白、明胶、吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80，不能水解木聚糖和尿素。能检测到 DNA 酶，不能还原硝酸盐。能利用下列化合物：葡萄糖、甘露糖、半乳糖、果糖、L-山梨糖、D-木糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖、海藻糖、L-鼠李糖、棉籽糖、L-岩藻糖、核糖醇、木糖醇、L-赤藓糖醇、甘露醇、2-酮戊二酸、乳酸、苹果酸盐、丙酮酸盐、乙酸盐、L-谷氨酸、甘氨酸、丝氨酸和苏氨酸。不能利用下列化合物：阿拉伯糖、核糖、松三糖、纤维二糖、蜜二糖、山梨醇、阿糖醇、肌醇、甘油、琥珀酸盐、柠檬酸盐、天冬氨酸、丙氨酸、天冬酰胺、半胱氨酸、苯丙氨酸、组氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、甲硫氨酸、脯氨酸、谷氨酰胺、精氨酸、缬氨酸或鸟氨酸。利用下列化合物产酸：核糖、木糖、葡萄糖、甘露糖、果糖、甘露醇、N-乙酰氨基葡萄糖、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、蔗糖、淀粉、糖原、苦杏仁糖、松二糖、己酮糖和 5-酮基葡萄糖酸，利用 API 50CH 试剂盒上其他基质不产酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 D-Asp，为 A4α 型。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.9 mol%。$B22^T$ 与 *Salinibacillus* 的 16S rRNA 基因序列同源性为 94.7%～94.3%，与 *Virgibacillu*s 同源性为 95.1%～92.8%，与 *Oceanobacillus* 同源性为 94.7%～93.2%，与 *Lentibacillus* 同源性为 93.1%～92.3%。16S

rRNA 基因序列如下。

```
1     tgatcctggc  tccaggacga  acgctggcgg  cgtgcctaat  acatgcaagt  cgagcgagtg
61    aaactaactg  atcccttcgg  ggtgacgtta  gtggatctag  cggcggacgg  gtgagtaaca
121   cgtgggcaac  ctacctacaa  gatcgggata  actccgggaa  accggggcta  ataccggatg
181   atattcttct  tcgcatgaag  aggaaatgaa  aggcggcgta  agctgtcact  tgtagatggg
241   cccgcggcgc  attagctagt  tggtgaggta  acggcccacc  aaggcaacga  tgcgtagccg
301   acctgagagg  gtgatcggcc  acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc
361   agcagtaggg  aatcttccgc  aatggacgaa  agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgagcgat
421   gaaggtcttc  ggattgtaaa  gctctgttgt  tagggaagaa  caagtacaag  agtaactgct
481   tgtaccttga  cggtacctaa  ccagaaagcc  acggctaact  acgtgccagc  agccgcggta
541   atacgtaggt  ggcaagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggtcct
601   ttaagtctga  tgtgaaagcc  cacggcttaa  ccgtggaggg  tcattggaaa  ctgggggact
661   tgagtacaga  agaggagagt  ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatgtgga
721   ggaacaccag  tggcgaaggc  gactctctgg  tctgtaactg  acgctgaggc  gcgaaagcat
781   gggtagcgaa  caggattaga  taccctggta  gtccatgccg  taaacgatga  gtgctaggtg
841   ttagggggtt  tccgcccctt  agtgctgaag  ttaacgcatt  aagcactccg  cctggggagt
901   acggccgcaa  ggctgaaact  caaaagaatt  gacgggggcc  cgcacaagcg  gtggagcatg
961   tggtttaatt  cgaagcaacg  cgaagaacct  taccaggtct  tgacatcctc  tgacaaccct
1021  agagataggg  ctttcccttc  ggggacagag  tgacaggtgg  tgcatggttg  tcgtcagctc
1081  gtgtcgtgag  atgttgggtt  aagtcccgca  acgagcgcaa  cccttgatct  tagttgccag
1141  catttagttg  ggcactctaa  ggtgactgcc  ggtgacaaac  cggaggaagg  tggggatgac
1201  gtcaaatcat  catgcccctt  atgacctggg  ctacacacgt  gctacaatgg  atggtacaaa
1261  gggcagcgaa  gccgcgaggt  gaagcaaatc  ccataaaacc  attctcagtt  cggattgcag
1321  gctgcaactc  gcctgcatga  agccggaatc  gctagtaatc  gcggatcagc  atgccgcggt
1381  gaatacgttc  ccgggccttg  tacacaccgc  ccgtcacacc  acgagagttg  gtaacacccg
1441  aagtcggtga  ggtaaccttt  tggagccagc  cgcctaaggt  gggatcaatg  attggggtga
1501  agtcgtaaca  aggtagccgt  atcggaaggt  gcggctggat  cacctct
```

416. *Paucisalibacillus algeriensis*（阿尔及利亚少盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-33-2。*Paucisalibacillus algeriensis* Bendjama et al.，2014，sp. nov.（阿尔及利亚少盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**EB02 = CSUR P858 = DSM 27335。**★16S rRNA 基因序列号：**HG315680。**★种名释意：***algeriensis* 意为模式菌株分离自阿尔及利亚，故其中文名称为阿尔及利亚少盐芽胞杆菌（al.ge.ri.en′sis. N.L. masc.adj. *algeriensis*，of Algeria，where strain EB02^{T} was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 EB02^{T} 由阿尔及利亚东北部高盐湖土壤样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性菌，严格好氧菌；在羊血脂平板、好氧条件培养 24 h，菌株 EB02^{T} 菌落实为浅肤色、圆形。**★生理特性：**生长温度为 25～50℃，最适生长温度为 30～37℃，生长盐浓度为 0～5%，生长的 pH 为 6.5～9（最适 pH 为 7）。抗萘啶酮酸，对阿莫西林、呋喃妥因、红霉素、利福平、万古霉素、庆大霉素、亚胺培南、复方新诺明、环丙沙星、头孢曲松钠和阿莫西林棒酸敏感。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。API ZYM 试验显示，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、胰蛋白酶、α-葡萄糖苷酶

为阳性，其他为阴性。API 50CH 试验表明，能利用 D-葡萄糖、D-果糖、N-乙酰氨基葡萄糖、D-蔗糖、苦杏仁糖、七叶苷、水杨苷。产吲哚、β-半乳糖苷酶、脲酶、明胶和淀粉水解为阴性。★**分子特性**：菌株 DNA 的 G+C 含量为 36 mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示，菌株 EB02^{T} 与 *P. globulus* DSM18846^{T} 的同源性达到了 98.2%。16S rRNA 基因序列如下。

1　agagtttgat　cctggctcag　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc
61　gagtgaaact　aactgatccc　ttcggggtga　tgttagtgga　tctagcggcg　gacgggtgag
121　taacacgtgg　gcaacctgcc　tatgagactg　ggataactcg　cggaaacgcg　agctaatacc
181　ggataatact　tttcatcaca　tggtgagaaa　atgaaaggcg　gcgtaagctg　tcactcatag
241　atgggcccgc　ggcgcattag　ctagttggtg　aggtaacggc　tcaccaaggc　cacgatgcgt
301　agccgacctg　agagggtgat　cggccacact　gggactgaga　cacggcccag　actcctacgg
361　gaggcagcag　tagggaatct　tccgcaatgg　acgaaagtct　gacggagcaa　cgccgcgtga
421　gcgatgaagg　tcttcggatt　gtaaagctct　gttgttaggg　aagaacaagt　acaagagtaa
481　ctgcttgtac　cttgacggta　cctaaccaga　aagccacggc　taactacgtg　ccagcagccg
541　cggtaatacg　taggtggcaa　gcgttgtccg　gaattattgg　gcgtaaagcg　cgcgcaggcg
601　gtcctttaag　tctgatgtga　aagcccacgg　cttaaccgtg　gagggtcatt　ggaaactggg
661　ggacttgagt　acagaagagg　agagtggaat　tccacgtgta　gcggtgaaat　gcgtagagat
721　gtggaggaac　accagtggcg　aaggcgactc　tctggtctgt　aactgacgct　gaggcgcgaa
781　agcgtgggta　gcgaacagga　ttagataccc　tggtagtcca　cgccgtaaac　gatgagtgct
841　aggtgttagg　gggtttccgc　cccttagtgc　tgaagttaac　gcattaagca　ctccgcctgg
901　ggagtacggc　cgcaaggctg　aaactcaaaa　gaattgacgg　gggcccgcac　aagcggtgga
961　gcatgtggtt　taattcgaag　caacgcgaag　aaccttacca　ggtcttgaca　tcctctgaca
1021　cccctagaga　tagggctttc　ccttcgggga　cagagtgaca　ggtggtgcat　ggttgtcgtc
1081　agctcgtgtc　gtgagatgtt　gggttaagtc　ccgcaacgag　cgcaaccctt　gatcttagtt
1141　gccagcattt　agttgggcac　tctaaggtga　ctgccggtga　caaaccggag　gaaggtgggg
1201　atgacgtcaa　atcatcatgc　cccttatgac　ctgggctaca　cacgtgctac　aatggatggt
1261　acaaagggca　gcgaagccgc　gaggtgaagc　aaatcccata　aaaccattct　cagttcggat
1321　tgcaggctgc　aactcgcctg　catgaagccg　gaatcgctag　taatcgcgga　tcagcatgcc
1381　gcggtgaata　cgttcccggg　ccttgtacac　accgcccgtc　acaccacgag　agttggtaac
1441　acccgaagtc　ggtgaggtaa　ccttttggag　ccagccgcct　aaggtgggat　caatgattgg
1501　ggtgaagtcg　taacaaggta　gccgt

三十四、鱼芽胞杆菌属（*Piscibacillus*）

【**属特征描述**】营养细胞为革兰氏阳性，杆状［（0.4～0.5）μm ×（1.5～4.0）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞卵圆形，端生，胞囊膨胀。过氧化氢酶和氧化酶为阳性，脲酶为阴性，不能还原硝酸盐，不产吲哚，不能利用柠檬酸。能水解酪蛋白、DNA 和明胶，但不能水解精氨酸、淀粉、吐温 80、酪氨酸、苯丙氨酸、黄嘌呤和次黄嘌呤。肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要极性脂为磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。模式种为 *Piscibacillus salipiscarius*。★**属名释意**：*Piscibacillus* 中 *piscis* 为鱼之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为鱼芽胞杆菌属（L. n. *piscis*，fish；L. masc. n. *bacillus*，small rod；N.L. masc. n. *Piscibacillus*，a rod from fish）。

417. *Piscibacillus halophilus*（嗜盐鱼芽胞杆菌）

【种类编号】1-34-1。*Piscibacillus halophilus* Amoozegar et al.，2009，sp. nov.（嗜盐鱼芽胞杆菌）。**★模式菌株：**HS224 = CCM 7596 = DSM 21633 = JCM 15721 = LMG 24786。**★16S rRNA 基因序列号：**FM864227。**★种名释意：***halosphilus* 中 *hals* 为盐之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜盐鱼芽胞杆菌[Gr. n. *halshalos*，salt；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *halophilus*，salt-loving]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 HS224^T 是从伊朗超盐度湖 Howz-Soltan 中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.7）μm×（2.5～4.0）μm］、革兰氏阳性、兼性厌氧、中度嗜盐、能运动，形成芽胞、端生、椭圆形、胞囊膨大。在 10% HM 琼脂培养基上 35℃培养 48 h 后形成的菌落直径约 2 mm、呈圆形、全缘、光滑、奶油色。**★生理特性：**菌株生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 10～35℃、7.0～10 和 1%～20%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 35℃、7.5 和 10%。菌株对下列化合物敏感：羧苄西林（100 μg）、呋喃妥因（300 μg）、四环素（30 μg）和利福平（5 μg）。对下列化合物不敏感：阿莫西林（30 μg）、庆大霉素（30 μg）、妥布霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）和多黏菌素 B（100 U）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不产吲哚和 H_2S。能水解明胶、酪蛋白、七叶苷、吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80，不能水解淀粉和 DNA。不能还原硝酸盐。甲基红、V-P 反应、脲酶、β-半乳糖苷酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶和苯丙氨酸脱氨酶为阴性。不能利用下列化合物产酸：D-葡萄糖、D-果糖、半乳糖、乳糖、麦芽糖、蜜二糖、D-甘露糖、海藻糖、D-木糖或肌醇。不能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：D-果糖、半乳糖、D-葡萄糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、D-核糖、蔗糖、甘油、肌醇、丙氨酸、精氨酸、天冬酰胺、半胱氨酸、甘氨酸、亮氨酸、赖氨酸、甲硫氨酸、脯氨酸和缬氨酸。**★化学特性：**细胞主要极性脂为二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油，还包括少量的磷脂。主要呼吸醌为 MK-7。肽聚糖类型为 A1γ，*meso*-二氨基庚二酸为特征氨基酸。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 37.5 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育学分析表明，菌株 HS224^T 与 *P. salipiscarius* 模式菌株的序列同源性为 98.5%。HS224^T 与 *Aquisalibacillus elongatus* 同源性为 98.0%、与 *Filobacillus milosensis* 同源性为 97.9%、与 *Tenuibacillus multivorans* 同源性为 97.0%。HS224^T 与 *P. salipiscarius* JCM 13188^T 间 DNA-DNA 关联度为 30.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gtttgatcnt  ggctcaggac  gaacgctggc  ggcgtgccta  atacatgcaa  gtcgagcgcg
61    ggaagcaaac  tgaatccttc  gggaggacgt  ttgtggaacg  agcggcggac  gggtgagtaa
121   cacgtgggca  acctgcctgt  aagactggga  taactccggg  aaaccggggc  taataccgga
181   taactcatcg  gatcgcatga  tccgaggttg  aaagatggct  tcttgctatc  acttacagat
241   gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtgag  gtaacggctc  accaaggcca  cgatgcgtag
301   ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga
361   ggcagcagta  gggaatcatc  cgcaatggac  gaaagtctga  cggtgcaacg  ccgcgtgagt
421   gaggaaggcc  ttcgggtcgt  aaaactctgt  tgttagggaa  gaacaagttc  cgttcgaata
481   gggcggagcc  ttgacggtac  ctaaccagaa  agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc
541   ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg
```

```
601   ttccttaagt  ctgatgtgaa  agcccacggc  tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactgggg
661   aacttgaaga  cagaagagga  gagcggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagatatg
721   tggaggaaca  ccagtggcga  aggcggctct  ctggtctgtg  cttgacgctg  aggcgcgaaa
781   gcgtggggag  cgaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta
841   ggtgttaggg  gtttccaccc  ttagtgctgc  agttaacgca  ataagcactc  cgcctgggga
901   gtacggccgc  aaggctgaaa  ctcaaaggaa  ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca
961   tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  tcggaccacc
1021  ctagagatag  ggtcttccct  tcggggaccg  agtgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc
1081  tcgtgtcgtg  agatgttggg  ttaagtcccg  caacgagcgc  aacccttgat  yttagttgcc
1141  agcattcagt  tgggcactct  aaggtgactg  ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg
1201  acgtcaaatc  atcatgcccc  ttatgacctg  ggcaacacac  gtgctacaat  ggatggtaca
1261  atgggccgcg  aagccgcgag  gtggagcaaa  tcccaaaaag  ccattntcag  ttcggattgt
1321  aggctgcaac  tcgcctgcat  gaagccggaa  tcgctagtaa  tcgtggatca  gcatgccacg
1381  gtgaatacgt  tcccgggcct  tgtacacacc  gcccgtcaca  ccacgagagt  tggcaacacc
1441  cgaagtcggt  ggagtaaccn  ntngagctag  cc
```

418. *Piscibacillus salipiscarius*（盐鱼鱼芽胞杆菌）

【种类编号】1-34-2。*Piscibacillus salipiscarius* Tanasupawat et al.，2007，sp. nov.（盐鱼鱼芽胞杆菌）。**★模式菌株：**RBU1-1 = JCM 13188 = PCU 270 = TISTR 1571。**★16S rRNA 基因序列号：**AB194046。**★种名释意：***salipiscarius* 中 *sal* 为盐之意，*piscarius* 为鱼之意，故其中文名称为盐鱼鱼芽胞杆菌（L. n. *sal salis*，salt；L. adj. *piscarius*，of or belonging to fish；N.L. masc. adj. *salipiscarius*，of or belonging to a salted fish）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 RBU1-1ᵀ 是从泰国的发酵鱼中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.5）μm×（1.5～4.0）μm］、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、端生、胞囊膨大。在 *Lentibacillus* 琼脂培养基上培养 5 d 后形成的菌落直径为 0.9～3.9 mm、白色至奶油色。菌株好氧生长，在厌氧条件下，菌株生长弱。**★生理特性：**菌株生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～48℃、5～9 和 2%～30%；最适生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 37℃、7.0 和 10%～20%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性，脲酶为阴性。硝酸盐不能被还原。不产吲哚，不能利用柠檬酸盐。能水解酪蛋白、DNA 和明胶，不能水解精氨酸、淀粉、吐温 80、酪氨酸、苯丙氨酸、黄嘌呤和次黄嘌呤。利用下列化合物产酸：D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、甘油、D-核糖和蔗糖。不能利用下列化合物产酸：D-苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、纤维二糖、菊糖、乳糖、麦芽糖、甘露醇、D-甘露糖、蜜二糖、松三糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、肌醇、棉籽糖、鼠李糖、水杨苷、山梨醇、海藻糖或 D-木糖。**★化学特性：**肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要极性脂类为磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 36.7 mol%。16S rRNA 基因序列的分析表明，RBU1-1ᵀ 与 *Filobacillus* 和 *Tenuibacillus* 属于同一个分支，与 *F. milosensis* SH714ᵀ 和 *T. multivorans* NBRC 100370ᵀ 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 96.9% 和 96%；与 *Alkalibacillus* 菌株的同源性是 94%～95.3%；与 *Bacillus*（sensu lato）、*Halobacillus*、*Virgibacillus*、*Oceanobacillus*、*Lentibacillus*、*Paraliobacillus*、*Pontibacillus*、*Salinibacillus* 和 *Thalassob-*

acillus 菌株的同源性是 91.5%～94.7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gctatnatgc aagtcgagcg cgggaagcaa actgaatcct tcgggaggaa cgtctgtgga
61     acgagcggcg gacgggtgag taacacgtgg gcaacctgcc tgtaagactg ggataactcc
121    gggaaaccgg ggctaatacc ggataactca tcggatcgca tgatccgatg ttgaaagatg
181    gcttcttgct atcacttaca gatgggcccg cggcgcatta gctagttggt gaggtaacag
241    ctcaccaagg ccacgatgcg tagccgacct gagagggtga tcggccacac tgggactgag
301    acacggccca gactcctacg ggaggcagca gtagggaatc atccgcaatg gacgaaagtc
361    tgacggtgca acgccgcgtg agtgaggaag gccttcgggt cgtaaaactc tgttgttagg
421    gaagaacaag ttccgttcga atagggcgga gccttgacgg tacctaacca gaaagccacg
481    gctaactacg tgccagcagc cgcggtaata cgtaggtggc aagcgttgtc cggaattatt
541    gggcgtaaag cgcgcgcagg cggttcctta agtctgatgt gaaatcttgc ggctcaaccg
601    caagcggtca ttggaaactg gggaacttga agacagaaga ggagagcgga attccacgtg
661    tagcggtgaa atgcgtagag atgtggagga acaccagtgg cgaaggcggc tctctggtct
721    gtgcttgacg ctgaggcgcg aaagcgtggg gagcgaacag gattagatac cctggtagtc
781    cacgccgtaa acgatgagtg ctaggggtta gggggttcca cccttagtgc tgcagttaac
841    gcaataagca ctccgcctgg ggagtacggc cgcaaggctg aaactcaaag gaattgacgg
901    gggcccgcac aagcggtgga gcatgtggtt taattcgaag caacgcgaag aaccttacca
961    ggtcttgaca tcctcggacc accctagaga tagggtcttc ccttcgggga ccgagtgaca
1021   ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc gtgagatgtt gggttaagtc ccgcaacgag
1081   cgcaaccctt aaccttagtt gccagcattc agttgggcac tctaaggtga ctgccggtga
1141   caaaccggag gaaggtgggg atgacgtcaa atcatcatgc cccttatgac ctgggcaaca
1201   cacgtgctac aatggatggt acaatgggcc gcgaagccgc gaggtgaagc aaatcccaaa
1261   aagccattct cagttcggat tgtaggctgc aactcgcctg catgaagccg gaatcgctag
1321   taatcgtgga tcagcatgcc acggtgaata cgttcccggg ccttgtacac accgcccgtc
1381   acaccacgag agttggtaac acccgaagtc ggtggggtaa ccttttggag ctagccgccg
1441   aaggtgggac caatgattgg ggtgaagtcg taacaaggta gccgtatcgg aaggtgcntg
1501   gaaaaanccc cctccttaaa
```

三十五、海芽胞杆菌属（*Pontibacillus*）

【属特征描述】细胞杆状、革兰氏阳性、严格好氧、中度嗜盐、以周生鞭毛运动，形成芽胞、球形、端生、胞囊膨大。过氧化氢酶为阳性；氧化酶和脲酶为阴性。细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。主要呼吸醌为 MK-7。DNA 的 G+C 含量是 40.8 mol%～41.4 mol%。主要的细胞脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。模式种为 *Pontibacillus chungwhensis* 。**★属名释意：***Pontibacillus* 中 *pontus* 为海之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为海芽胞杆菌属（L. n. *pontus*，the sea；L. masc. n. *bacillus*，a small staff，a wand；N.L. masc. n. *Pontibacillus*，bacillus pertaining to the sea）。

419. *Pontibacillus chungwhensis*（从化海芽胞杆菌）

【种类编号】1-35-1。*Pontibacillus chungwhensis* Lim et al.，2005，sp. nov.（从化海芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BH030062 = DSM 16287 = KCTC 3890。**★16S rRNA** 基因序列

号：AY553296。**★种名释意：***chungwhensis* 意为模式菌株分离自韩国从化，故其中文名称为从化海芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *chungwhensis*，pertaining to Chungwha，where the organism was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BH030062^T、BH030049 和 BH030080 是从韩国晒盐场分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.9）μm×（2.3～3.0）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、极度嗜盐、MA 培养基上形成的菌落呈黄色、低凸、光滑、边缘圆形或略微不规则。**★生理特性：**生长的 NaCl 浓度是 1%～15%，生长的温度是 15～45℃。**★生化特性：**能水解酪蛋白、淀粉和吐温 80，不能水解七叶苷、L-酪氨酸、次黄嘌呤、黄嘌呤、明胶或尿素。由下列化合物产酸：D-葡萄糖、D-核糖、麦芽糖、甘油和 D-海藻糖。不能由下列化合物产酸：D-木糖、L-阿拉伯糖、L-鼠李糖、α-D-乳糖、核糖醇、D-棉籽糖、D-甘露糖、D-果糖、熊果苷、D-水杨苷、D-蜜二糖或 D-甘露糖。**★化学特性：**主要细胞脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 41 mol%。16S rRNA 序列比对分析表明，株菌与 *Gracilibacillus*、*Virgibacillus*、*Halobacillus* 和 *Filobacillus* 的模式菌株同源性很高，分别为 93.7%～95.1%、93.5%～94.8%、94.8%～95.9%和 94.4%～94.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gtgcctaata  catgcaagtc  gagcgcgtga  aacaacatga  tcccttcggg  gtgattgttg
61      tggatcgagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggcaacc  tacccatgag  atcgggataa
121     ctccgggaaa  ccggagctaa  taccgaataa  cccagtgaac  tgcatggttc  actggtaaaa
181     ggcggtttcg  gccgtcactc  atggatgggc  ccgcggcgca  ttagctagtt  ggtaaggtaa
241     cggcttacca  aggcaacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca  cactgggact
301     gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca  atggacgaaa
361     gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgaacgatg  aaggtcttcg  gatcgtaaag  ttctgttgtt
421     agggaagaac  aagtaccaga  ggaaatgctg  gtaccttgac  ggtacctaac  cagaaagcca
481     cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtaggtg  gcaagcgttg  tccggaatta
541     ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggtttct  taagtctgat  gtgaaagccc  acagctcaac
601     tgtggagggc  cattggaaac  tggggaactt  gagtacagaa  gaggagagtg  gaattccacg
661     tgtagcggtg  aaatgcgtag  atatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg  actctctggt
721     ctgtaactga  cgctgaggcg  cgaaagcgtg  ggtagcaaac  aggattagat  accctggtag
781     tccacgccgt  aaacgttgag  tgctaggtgt  tagggggttt  ccgcccctta  gtgctgaagt
841     taacgcatta  agcactccgc  ctggggagta  cggccgcaag  gctgaaactc  aaaagaattg
901     acgggggccc  gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc  gaagcaacac  gaagaacctt
961     accaggtctt  gacatcttcc  gctatcccta  gagataggga  gttcccttcg  gggacggaat
1021    gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga  tgttgggtta  agtcccgcaa
1081    cgagcgcaac  ccctaatctt  agttgccagc  attcagttgg  gcactctaag  gtgactgccg
1141    gtgacaaacc  ggaggaaggc  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta  tgacctgggc
1201    tacacacgtg  ctacaatgga  tggtacagag  ggccgcgaga  ccgcgaggtc  aagcaaatct
1261    caaaaaacca  ttctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg  cctgtatgaa  gccggaatcg
1321    ctagtaatcg  caggtcagca  tactgcggtg  aatacgttcc  cgggccttgt  acacaccgcc
1381    cgtcacacca  cgagagttgg  caacacccga  agtcggtgag  gtaacct
```

420. *Pontibacillus halophilus*（嗜盐海芽胞杆菌）

【种类编号】1-35-2。*Pontibacillus halophilus* Chen et al.，2009，sp. nov.（嗜盐海芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JSM 076056 = CCTCC AA 207029 = DSM 19796 = KCTC 13190。**★16S rRNA 基因序列号：**EU583728。**★种名释意：***halophilus* 中 *hals* 为盐之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜盐海芽胞杆菌（Gr. n. *hals halos*，salt；N.L. masc. adj. *philus*（from Gr. masc. adj. *philos*），friend，loving；N.L. masc. adj. *halophilus*，salt-loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JSM 076056^T 从南海采集的海胆中分离得到。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.9）μm ×（3.5～4.0）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、中度嗜盐、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭球形、次端生、胞囊膨大。在含有 5% NaCl 的 MA 培养基上 28℃培养 3～5 d 后形成的菌落直径为 2～3 mm、呈黄色、扁平、不透明、表面发光、边缘圆形或略微不规则、无色素产生。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～40℃、6.0～10.0 及 2%～25%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 25～30℃、7.0～8.0 和 5%～10%。以 NaCl 作为唯一盐源时菌株不能生长。细胞对下列化合物敏感：氨苄西林（30 μg）、羧苄西林（30 μg）、氯霉素（30 μg）、庆大霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、萘啶酸（20 μg）、新生霉素（30 μg）、多黏菌素 B（30 μg）、利福平（5 μg）和链霉素（10 μg）。耐下列化合物：林可霉素（2 μg）或四环素（30 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解七叶苷、明胶和淀粉，不能水解酪蛋白、DNA、次黄嘌呤、吐温 80、L-酪氨酸、尿素和黄嘌呤。不产 H_2S 和吲哚，不能氧化葡萄糖。甲基红和 V-P 反应为阴性。有氧条件下硝酸钠不能被还原。能利用 D-甘露糖、D-核糖和淀粉产酸。不能利用下列化合物产酸：核糖醇、L-阿拉伯糖、半乳糖醇、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、甘油、肌醇、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、水杨苷、D-山梨醇、蔗糖、海藻糖或 D-木糖。能利用下列化合物作为唯一碳源、氮源和能源：纤维二糖、糊精、D-果糖、D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露糖、海藻糖、D-阿拉伯醇、乙酸、丁酸、葡萄糖酸、L-丙氨酸和 L-天冬酰胺。不能利用下列化合物作为唯一碳源、氮源和能源：L-阿拉伯糖、D-半乳糖、D-乳糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、水杨苷、蔗糖、D-木糖、核糖醇、甘油、肌醇、D-甘露糖、D-山梨醇、柠檬酸盐、甲酸盐、富马酸盐、苹果酸盐、丙二酸盐、丙酸盐、琥珀酸盐、L-精氨酸、L-半胱氨酸、L-谷氨酸、L-甘氨酸、L-组氨酸、L-羟基脯氨酸、L-异亮氨酸、L-亮氨酸、L-甲硫氨酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸和 L-缬氨酸。碱性磷酸酶、酯酶（C8）、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酸酶和萘酚-AS-BI-磷酸水解酶的活性为阳性，酸性磷酸酶和 β-葡萄糖苷酶活性较弱甚至没有，但 α-胰凝乳蛋白酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、酯酶（C4）、α-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、赖氨酸脱羧酶、α-甘露糖苷酶、鸟氨酸脱羧酶、苯丙氨酸脱氨酶的活性为阴性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖中含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{14:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:1\omega7c}$ alcohol。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 45.5 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育学分析证实 JSM 076056^T 属于 *Bacillaceae* 科，与 *Pontibacillus* 的 *P. chungwhensis* BH030062^T 及 *P. marinus* BH030004^T 亲缘关系相近，同源性分别为 96.4%和 96.2%。16S rRNA 基因序列如下。

1　cctaatacat gcaagtcgag cgcgtgaaac aacatgattc cttcggggtg attgttgtgg
61　aatgagcggc ggacgggtga gtaacacgtg ggtaacctac ccacaagatc gggataactc
121　cgggaaaccg gggctaatac cgaataatcc tttgaaccgc atggttcaga ggtaaaagac
181　ggtttcggct gtcacttgtg gatggacccg cggcgcatta gctagttggt gaggtaacgg
241　ctcaccaagg cgacgatgcg tagccgacct gagagggtga tcggccacac tgggactgag
301　acacggccca gactcctacg ggaggcagca gtagggaatc ttccgcaatg gacgaaagtc
361　tgacggagca acgccgcgtg agtgatgaag gttttcggat cgtaaagctc tgttgttagg
421　gaagaacaag taccagagta actgctggta ccttgacggt acctaaccag aaagccccgg
481　ctaactacgt gccagcagcc gcggtaatac gtagggggca agcgttgtcc ggaattattg
541　ggcgtaaagc gcgcgcaggc ggttccttaa gtctgatgtg aaaggccacg gctcaaccgt
601　ggaacggcca ttggaaactg gggaacttga gtgcagaaga ggagagtgga attccaagtg
661　tagcggtgaa atgcgtagat atttggagga acaccagtgg cgaaggcgac tctctggtct
721　gcaactgacg ctgaggcgcg aaagcgtggg tagcaaacag gattagatac cctggtagtc
781　cacgccgtaa acgatgagtg ctaggtgtta gggggtttcc gccccttagt gctgaagtta
841　acgcattaag cactccgcct ggggagtacg gccgcaaggc tgaaactcaa aggaattgac
901　gggggcccgc acaagcggtg gagcatgtgg tttaattcga agcaacgcga agaaccttac
961　caggtcttga catcttgtgc tatccctaga gatagggagt tcccttcggg gacacaatga
1021　caggtggtgc atggttgtcg tcagctcgtg tcgtgagatg ttgggttaag tcccgcaacg
1081　agcgcaaccc ctaatcttag ttgccagcat ttagttgggc actctaaggt gactgccggt
1141　gacaaaccgg aggaaggcgg ggatgacgtc aaatcatcat gccccttatg acctgggcta
1201　cacacgtgct acaatggatg gtacagaggg ctgcgagacc gcgaggtcaa gcgaatctca
1261　aaaaaccatt ctcagttcgg attgcaggct gcaactcgcc tgtatgaagc cggaatcgct
1321　agtaatcgca ggtcagcata ctgcggtgaa tacgttcccg ggccttgtac acaccgcccg
1381　tcacaccacg agagttggca acacccgaag tcggtgaggt aacctttttg gagccagccg
1441　ccgaaggtgg ggccaatgat tggggtgaa

421. *Pontibacillus litoralis*（海滨海芽胞杆菌）

【种类编号】1-35-3。*Pontibacillus litoralis* Chen et al.，2010，sp. nov.（海滨海芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JSM 072002 = DSM 21186 = KCTC 13237。**★16S rRNA 基因序列号：**EU583724。**★种名释意：***litoralis* 为海滨之意，故其中文名称为海滨海芽胞杆菌（L. masc. adj. *litoralis*，of or belonging to the seashore）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JSM 072002^T 是从南海采集的海葵中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.8）μm ×（3.5～5.0）μm］、革兰氏阳性、兼性厌氧、中度嗜盐、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭球形、次端生、胞囊膨大。在 MA 培养基上 35℃培养 2～5 d 后形成的菌落直径为 1～2 mm、奶油色、扁平、不透明、表面发光、边缘圆形或不规则、无色素产生。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～50℃、6.0～10.0 及 0.5%～15%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 35℃、7.5 及 2%～5%。以 NaCl 作为唯一盐源时菌株不生长。细胞对下列化合物敏感：氨苄西林（30 μg）、羧苄西林（30 μg）、氯霉素（30 μg）、庆大霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、林可霉素（2 μg）、利福平（5 μg）和链霉素（10 μg）；耐萘啶酸（20 μg）、新生霉素（30 μg）、多黏菌素 B（30 μg）或四环素（30 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。甲基红反应为

阳性。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。能发酵葡萄糖。不产 H_2S 和吲哚。V-P 反应、苯丙氨酸脱氨酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶为阴性。厌氧条件下，不能以硝酸、亚硝酸和延胡索酸为电子受体。能水解七叶苷、明胶和吐温 40，不能水解酪蛋白、DNA、次黄嘌呤、淀粉、吐温 20，吐温 60、吐温 80、尿素和黄嘌呤。能利用下列化合物产酸：D-果糖、D-葡萄糖、麦芽糖、蔗糖、海藻糖和松二糖。不能利用下列化合物产酸：核糖醇、L-阿拉伯糖、半乳糖醇、D-半乳糖、甘油、肌醇、乳糖、D-甘露醇、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-水杨苷、D-山梨糖或 D-木糖。能利用 D-果糖、D-葡萄糖、甘油、麦芽糖和 D-甘露醇作为唯一碳源。能利用 L-丙氨酸和 L-天冬酰胺作为阿拉伯糖氮源。不能利用下列化合物作为唯一碳源和氮源：L-阿拉伯糖、纤维二糖、糊精、D-果糖、D-半乳糖、乳糖、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-水杨苷、蔗糖、海藻糖、D-木糖、核糖醇、D-阿糖醇、肌醇、D-山梨醇、乙酸盐、丁酸盐、柠檬酸盐、葡萄糖酸盐、丙酸盐、L-精氨酸、L-谷氨酸、甘氨酸、L-组氨酸、L-羟基脯氨酸、L-异亮氨酸、L-亮氨酸、L-甲硫氨酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸和 L-缬氨酸。碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶和萘酚-AS-BI-磷酸水解酶的活性为阳性，但酸性磷酸酶、α-胰凝乳蛋白酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、α-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷酶和 β-半乳糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-葡萄糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酸酶、酯酶（C14）、α-甘露糖苷酶、色氨酸和缬氨酸芳基酰胺酶的活性为阴性。**★化学特性：**细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 41.3 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，JSM 072002^T 应被归类于 *Pontibacillus*，与 *Pontibacillus* 其他三个种的 16S rRNA 基因序列同源性较低，均小于 97%（*P. chungwhensis* BH030062^T，96.8%；*P. marinus* KCTC 3917^T，96.7%；*P. halophilus* JSM 076056^T，96.0%）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gcctaataca  tgcaagtcga  gcgcgtgaaa  caacaagatt  ccttcgggat  gattgtagtg
61     gattgagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggtaacctg  ccttcgagat  tgggataact
121    ccgggaaacc  ggggctaata  ccgaataaca  catgaaaccg  catggtttcg  tgataaaagg
181    cggcttcggc  cgtcactcga  agatggaccc  gcggcgcatt  agctagttgg  taaggtaacg
241    gcttaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca  ctgggactga
301    gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat  ggacgaaagt
361    ctgacggagc  aacgccgcgt  gaacgatgaa  ggtcttcgga  tcgtaaagtt  ctgttgttag
421    ggaagaacaa  gtgccatagg  aaatgatggc  accttgacgg  tacctaacca  gaaagccccg
481    gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc  aagcgttgtc  cggaattatt
541    gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggttcctta  agtctgatgt  gaaagcccac  ggctcaaccg
601    tggatggcca  ttggaaactg  gggaacttga  gtacagaaga  ggagagtgga  attccacgtg
661    tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcgac  tctctggtct
721    gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  tagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc
781    cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaggtgtta  gggggtttcc  gccccttwrt  gctgcagtta
841    acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggc  tgaaactcaa  aggaattgac
901    gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac
961    caggtcttga  catcttccgc  tatccctaga  gatagggagt  tcccttcggg  gacggaatga
```

```
1021  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg
1081  agcgcaaccc  ctaatcttag  ttgccagcat  tcagttgggc  actctaaggt  gactgccggt
1141  gacaaaccgg  aggaaggcgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta
1201  cacacgtgct  acaatggatg  gtacagaggg  cagcgagacc  gcgaggtcaa  gcgaatctca
1261  caaaaccatt  ctcagttcgg  attgtaggct  gcaactcgcc  tatatgaagc  cggaatcgct
1321  agtaatcgca  ggtcagcata  ctgcggtgaa  tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg
1381  tcacaccacg  agagttgaca  acacccgaag  tcggtgaggt  aacctttgg  agccagccgc
1441  cgaaggtggg  gtcaatgatt  ggggtgaagt  cgtaa
```

422. *Pontibacillus marinus*（海洋海芽胞杆菌）

【种类编号】1-35-4。*Pontibacillus marinus* Lim et al.，2005，sp. nov.（海洋海芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BH030004 = DSM 16465 = KCTC 3917。**★16S rRNA 基因序列号：**AY603977。**★种名释意：***marinus* 为海洋之意，故其中文名称为海洋海芽胞杆菌（L. masc. adj. *marinus*，of the sea，marine）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BH030004^T 从韩国晒盐场分离得到。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.9）μm ×（3.3～4.0）μm］、革兰氏阳性、中度嗜盐、严格好氧、以周生鞭毛运动，形成芽胞、球形、端生、胞囊膨大。MA 培养基上形成的菌落呈奶油色、扁平、光滑、圆形或边缘略微不规则。**★生理特性：**生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～40℃、6.0～9.0 和 1%～9%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30℃、7.0～7.5 和 2%～5%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸钠被还原成亚硝酸钠。能水解吐温 80 和七叶苷，不能水解酪蛋白、淀粉、明胶、L-酪氨酸、次黄嘌呤、黄嘌呤和尿素。利用下列碳源产酸：蔗糖、D-蜜二糖、D-海藻糖、D-棉籽糖、D-果糖、D-核糖和麦芽糖。不能利用下列碳源产酸：D-葡萄糖、甘油、D-木糖、L-阿拉伯糖、L-鼠李糖、α-D-乳糖、核糖醇、D-甘露醇、肌醇或 D-甘露糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁肽聚糖类型为 A1γ 型，含 *meso*-二氨基庚二酸。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 42 mol%，16S rRNA 基因序列的系统发育学分析证实 BH030004^T 应被归类于 *Pontibacillus*。BH030004^T 与 *P. chungwhensis* DSM 16287^T 的 16S rRNA 基因序列的同源性高达 99.1%，DNA-DNA 杂交结果表明菌株 BH030004^T 与 *P. chungwhensis* KCTC 3890^T 的关联度为 7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gtgcctaata  catgcaagtc  gagcgcgtga  aacaacatga  tcccttcggg  gtgattgttg
61    tggatcgagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggtaacc  tacctgagag  atcgggataa
121   ccccgggaaa  ccggggctaa  taccgaataa  tcgttggaac  cgcatggttc  caacgtaaaa
181   ggcggctttt  gccgtcactt  tcagatggac  ccgcggcgca  ttagctagtt  ggtaaggtaa
241   cggcttacca  aggcaacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca  cactgggact
301   gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca  atggacgaaa
361   gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgaacgatg  aaggtcttcg  gatcgtaaag  ttctgttgtt
421   agggaagaac  aagtaccaga  ggaaatgctg  gtaccttgac  ggtacctaac  cagaaagcca
481   cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtaggtg  gcaagcgttg  tccggaatta
541   ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggttcct  taagtctgat  gtgaaagccc  acagctcaac
601   tgtggagggc  cattggaaac  tggggaactt  gagtacagaa  gaggagagcg  gaattccacg
```

661	tgtagcggtg	aaatgcgtag	atatgtggag	gaacaccagt	ggcgaaggcg	gctctctggt
721	ctgtaactga	cgctgaggcg	cgaaagcgtg	ggtagcaaac	aggattagat	accctggtag
781	tccacgccgt	aaacgttgag	tgctaggtgt	tagggggttt	ccgcccctta	gtgctgaagt
841	taacgcatta	agcactccgc	ctggggagta	cggccgcaag	gctgaaactc	aaaagaattg
901	acgggggccc	gcacaagcgg	tggagcatgt	ggtttaattc	gaagcaacgc	gaagaacctt
961	accaggtctt	gacatcttcc	gctatcccta	gagataggga	gttcccttcg	gggacggaat
1021	gacaggtggt	gcatggttgt	cgtcagctcg	tgtcgtgaga	tgttgggtta	agtcccgcaa
1081	cgagcgcaac	ccctaatctt	agttgccagc	attcagttgg	gcactctaag	gtgactgccg
1141	gtgacaaacc	ggaggaaggc	ggggatgacg	tcaaatcatc	atgcccctta	tgacctgggc
1201	tacacacgtg	ctacaatgga	tggtacagag	ggcagcgaga	ccgcgaggtc	aagcaaatct
1261	caaaaaacca	ttctcagttc	ggattgcagg	ctgcaactcg	cctgtatgaa	gccggaatcg
1321	ctagtaatcg	caggtcagca	tactgcggtg	aatacgttcc	cgggccttgt	acacac

423. *Pontibacillus yanchengensis*（盐城海芽胞杆菌）

【种类编号】1-35-5。*Pontibacillus yanchengensis* Yang et al.，2011，sp. nov.（盐城海芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Y32 = CCTCC AB 209311 = CGMCC 1.10680 = NRRL B-59408。**★16S rRNA 基因序列号：**EF533969。**★种名释意：***yanchengensis* 意为模式菌株分离自我国江苏盐城，故其中文名称为盐城海芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *yanchengensis*，of or belonging to Yancheng，as the type strain was isolated from a salt field in Yancheng）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Y32^T 是从江苏省盐城三维盐场地表下土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.9）μm×（1.9～2.5）μm］、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动、好氧，形成芽胞、球形、端生、胞囊膨大。含 5% NaCl 的 MA 培养基上 37℃培养 48 h 后形成的菌落呈黄色、光滑、圆形或边缘略微不规则。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～45℃、6.0～9.5 和 3%～20%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 35～40℃、7.0～8.0 和 6%～8%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解七叶苷和淀粉，不能水解酪蛋白、L-酪氨酸、吐温 80、次黄嘌呤、黄嘌呤、明胶或尿素。不产 H_2S 和吲哚，不能发酵葡萄糖，硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠，甲基红和 V-P 反应为阴性。利用下列化合物产酸：D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露醇、麦芽糖、海藻糖和淀粉。不能利用下列化合物产酸：D-核糖、D-木糖、D-甘露糖、L-阿拉伯糖、L-鼠李糖、α-D-乳糖、D-半乳糖、棉籽糖、D-水杨苷、蜜二糖、核糖或蔗糖。碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、酸性磷酸酶、α-葡萄糖苷酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶和亮氨酸芳基酰胺酶的活性为阳性，α-胰凝乳蛋白酶活性弱或无活性，酯酶（C14）、胱氨酸芳基酰胺酶、β-葡萄糖苷酸酶、α-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、赖氨酸脱羧酶、α-甘露糖苷酶、色氨酸和缬氨酸芳基酰胺酶的活性为阴性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 40.3 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，JSM 072002^T 与 *Pontibacillus* 的 *P. marinus* KCTC 3917^T、*P. chungwhensis* BH030062^T、*P. litoralis* JSM 072002^T 和 *P. halophilus* JSM 076056^T 的同源性分别为 97.8%、96.9%、96.8%和 96.0%。Y32^T 与 *P. marinus* KCTC 3917^T 的 DNA-DNA 杂交关联度为 42%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag  cgcgtgaagc  aacatgatcc
61    cttcggggtg  attgttgtgg  atcgagcggc  ggacgggtga  gtaacacgtg  gataacctac
121   cttcgagatc  gggataaccc  cgggaaaccg  gggctaatac  cgaataatct  gttagaccgc
181   atggtcgaac  agcaaacggc  ggccctgccg  tcactcgaag  atggatccgc  ggcgcattag
241   ctagttggta  aggtaacggc  ttaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat
301   cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct
361   tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  acgatgaagg  tcttcggatc
421   gtaaagttct  gttgttaggg  aagaacaagt  gccagaggaa  atgctggcac  cttgacggta
481   cctaaccaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  tagggggcaa
541   gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gttccttaag  tctgatgtga
601   aagcccacgg  ctcaaccgtg  gagggccatt  ggaaactggg  gagcttgagt  acagaagagg
661   agagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagatat  gtggaggaac  accagtggcg
721   aaggcgactc  tctggtctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggta  gcaaacagga
781   ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gttgagtgct  aggtgttagg  gggtttccgc
841   cccttagtgc  tgaagttaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggc  cgcaaggctg
901   aaactcaaag  gaattgacgg  gggcccgcac  aagcggtgga  gcatgtggtt  taattcgaag
961   caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcttccgcta  tccctagaga  tagggagttc
1021  ccttcgggga  cggaatgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt
1081  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaacccct  aatcttagct  gccagcattc  agttgggcac
1141  tctaaggtga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggcgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc
1201  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac  aatggatggt  acagagggca  gcgagaccgc
1261  gaggtcaagc  aaatctcaaa  aaaccattct  cagttcggat  tgcaggctgc  aactcgcctg
1321  tatgaagccg  gaatcgctag  taatcgcagg  tcagcatact  gcggtgaata  cgttcccgag
1381  ccttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agttggcaac  acccgaagtc  ggtgaggtaa
1441  ccttttttgga ggcagccgcc  gaaggtgggg  ccaatgattg  gggtg
```

三十六、假纤细芽胞杆菌属（*Pseudogracilibacillus*）

【属特征描述】营养细胞革兰氏染色为阳性或可变，杆状［（0.5～1.0）μm×（4～5）μm］。芽胞球形至椭圆形，端生，有时次端生，芽胞形成比例较低。菌落圆形稍不规则、光滑、有光泽或有时无光泽、扁平、奶油状、乳白色至浅粉色，在营养丰富培养基上几乎不透明。该属的成员为兼性厌氧，过氧化氢酶为阴性。轻度耐盐：在 NaCl 浓度不超过 1%（w/v）的 TSB 培养基中可以生长，但 NaCl 浓度为 2%时则不能生长。模式菌株的多胺主要为亚精胺和精胺。主要呼吸醌为 MK-7，含有少量的 MK-5。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺，也含有糖脂。主要脂肪酸为 iso-支链脂肪酸和 anteiso-支链脂肪酸。肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。DNA 的 G+C 含量为 34 mol%。模式种为 *Pseudogracilibacillus auburnensis*。**★属名释意：***Pseudogracilibacillus* 中 *pseudês* 为假之意，*Gracilibacillus* 为纤细芽胞杆菌属之意，故其中文名称为假纤细芽胞杆菌属（Gr. adj. *pseudês*，false；N.L. masc. n. *Gracilibacillus*，a bacterial genus；N.L. masc. n. *Pseudogracilibacillus*，the false *Gracilibacillus*）。

424. *Pseudogracilibacillus auburnensis*（奥本假纤细芽胞杆菌）

【种类编号】1-36-1。*Pseudogracilibacillus auburnensis* Glaeser et al.，2014，sp. nov.（奥本假纤细芽胞杆菌）。★模式菌株：P-207 = CCM 8509 = LMG 28212 = CIP 110797。★16S rRNA 基因序列号：NR125707。★种名释意：*auburnensis* 意为模式菌株分离自美国阿拉巴马州奥本，故其中文名称为奥本假纤细芽胞杆菌（au.bur.nen′sis. N.L.masc. adj. *auburnensis* of or pertaining to Auburn，named after the place of origin of the type strain，Auburn，AL，USA）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 P-207^T 从美国阿拉巴马州奥本的根系土壤样品中分离而来。★形态特征：细胞杆状［（0.5～1.0）μm×（4～5）μm］、革兰氏阳性、不运动；形成芽胞，端生，胞囊膨胀；在 TSA 培养基上 28℃培养 48 h 后形成的菌落呈奶油略带桃色、凸起。★生理特性：在 NA 和 R2A 培养基上 28℃生长良好，最适生长的温度为 28～30℃，在 10～36℃条件下能生长，低于 4℃或高于 45℃不能生长，最适 pH 7～8，在 pH 5.5～10.5 时均能生长。★生化特性：氧化酶为阴性，产吲哚和脲酶为阳性。下列反应为阴性：产 H_2S、明胶酶活性、β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶、淀粉水解、酪蛋白水解。不能由下列化合物产酸：D-葡萄糖、D-木糖、乳糖、蔗糖、D-甘露醇、半乳糖、水杨苷、D-核糖醇、D-山梨醇、*Meso*-肌醇、L-阿拉伯糖、棉籽糖、L-鼠李糖、麦芽糖、海藻糖、赤藓糖醇、蜜二糖或 D-阿糖醇。下列碳源利用活性较弱：D-葡萄糖、麦芽糖、核糖、海藻糖、D-核糖醇、乙酸盐、DL-乳酸盐。下列化合物不能用作碳源：顺式-乌头酸、三甲基反乌头酸、柠檬酸盐、延胡索酸盐、戊二酸、L-苹果酸盐、丙酮酸盐、N-乙酰-D-葡萄糖胺、L-阿拉伯糖、熊果苷、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、葡萄糖酸盐、L-鼠李糖、蔗糖、水杨苷、海藻糖、D-木糖、肌醇、D-麦芽糖醇、D-甘露醇、D-甘露糖、D-山梨醇、蜜二糖、腐胺、己二酸、4-氨基丁酸、壬二酸盐、亚甲基丁二酸、2-酮戊二酸、中康酸盐。不能水解下列化合物：*p*-硝基苯-α-D-吡喃葡萄糖苷、*p*-硝基苯-β-D-氨基葡萄糖醛酸、*p*-硝基苯-β-D-吡喃葡萄糖苷、*p*-硝基苯-双磷酸盐、*p*-硝基苯-苯基磷酸、*p*-硝基苯-磷酰胆碱、2-脱氧胸腺嘧啶核苷-5-*p*-硝基苯-磷酸盐、*o*-硝基苯基-β-D-吡喃半乳糖苷、*p*-硝基苯-β-D-吡喃木糖苷、L-丙氨酸-*p*-苯胺、L-谷氨酸盐-γ-羧基-*p*-苯胺和 L-脯氨酸-*p*-NA。★化学特性：主要呼吸醌为 MK-7。主要极性磷脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺及少量未知的磷脂、糖脂和一种氨磷脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。★分子特性：菌株 DNA 的 G+C 含量为 34 mol%。16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示，菌株 P-207^T 与 *Virgibacillus carmonensis* LMG 20964^T 和 *V. pantothenticus* 模式菌株的同源性为分别为 94.4%和 92.9%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctaatacatg  cagtcgagcg  caggaagcag  acagattcct  tcgggatgat  gtttgtggaa
61    tgagcggcgg  atgggtgagt  aacacgtggg  caacctgcct  gtaagcttgg  gataactccg
121   ggaaaccggt  gctaataccg  aataatgttt  ytgttcgcat  gaacagaaaa  tgaaaggcgg
181   cttttgctgt  cacttacaga  tgggcccgcg  tcgcattagc  tagttggtag  ggtaatggct
241   taccaaagca  acgatgcgta  gccgacctga  gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac
301   acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt  ccgcaatgga  cgaaagtctg
```

```
361   acggagcgac gccgcgtgag tgatgaaggt cttcggatcg taaaactctg ttgttaggga
421   agaacaagta tcgaccgaat aagtcggtac cttgacggta cctaaccaga aagccccggc
481   taactacgtg ccagcagccg cggtaatacg tagggggcga gcgttgtccg gaattattgg
541   gcgtaaaggg cgcgcaggcg gtcttttaag tctgatgtga aatctcgtag cttaactacg
601   aacggtcatt ggaaactgga agacttgagt acagaagagg agagtggaat tccacgtgta
661   gcggtgaaat gcgtagatat gtggaggaac accagtggcg aaggcgactc tctggtctgt
721   aactgacgct gaggcgcgaa agcgtgggga gcgaacagga ttagataccc tggtagtcca
781   cgccgtaaac gatgagtgct aggtgttagg gggtttccgc cccttagtgc tgcagttaac
841   gcataagcac tccgcctggg gagtacggcc gcaaggctga aactcaaaag aattgacggg
901   ggcccgcaca agcggtggag catgtggttt aattcgaagc aacgcgaaga accttaccag
961   gtcttgacat ccctttgacc gtcctagaga tagggctttc ccttcgggga caaaggtgac
1021  aggtggtgca tggttgtcgt cagctcgtgt cgtgagatgt tgggttaagt cccgtaacga
1081  gcgcaaccct taatattagt tgccagcatt aagttgggca ctctaatgtg actgccggtg
1141  acaaaccgga ggaaggtggg gatgacgtca aatcatcatg ccccttatga cctgggctac
1201  acacgtgcta caatggatgg aacaacgggc agcgaagcgg cgacgtggag cgaatcccat
1261  aaaaccattc tcagttcgga ttgtaggctg caattcgcct acatgaagca ggaatcgcta
1321  gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat acgttcccgg gccttgtaca caccgcccgt
1381  cacaccacga gagtcggtaa cacccgaagt cggtgaggta acctttgagc cagccgccga
1441  agtg
```

三十七、嗜冷芽胞杆菌属（*Psychrobacillus*）

【属特征描述】细胞杆状、革兰氏阳性、能动、严格好氧，形成芽胞、端生、圆形或圆柱形、胞囊膨大或不膨大。不产吲哚；不能利用柠檬酸盐；不能水解明胶；脲酶为阴性反应。主要呼吸醌为 MK-8，其次为 MK-7，含有少量的 MK-6 和 MK-9。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、两种磷脂的磷脂酰乙醇胺，还含有少量的磷脂（PL1 和 PL2）和 4 个未知脂质（UL1、UL2、UL6 和 UL7）。细胞壁肽聚糖类型为 A4β，其中肽亚单位的第三个位置的氨基酸是鸟氨酸。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{14:0}$ 和 $C_{16:1\omega7c}$ alcohol。菌株的 DNA 的 G+C 含量是 35.7 mol%～36.6 mol%。模式种为 *Psychrobacillus insolitus*。**★属名释意：***psychrobacillus* 中 *psuchros* 为冷（嗜冷）之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为嗜冷芽胞杆菌属（Gr. adj. *psuchros*，cold；L. masc. n. *bacillus*，rod；N.L. masc. n. *psychrobacillus*，cold loving rod）。

425. *Psychrobacillus insolitus*（奇特嗜冷芽胞杆菌）

【种类编号】1-37-1。*Psychrobacillus insolitus*（Larkin and Stokes，1967）Krishnamurthi et al.，2011，comb. nov.（奇特嗜冷芽胞杆菌）= *Bacillus insolitus* Larkin and Stokes，1967。**★模式菌株：**ATCC 23299 = CCUG 7420 = CIP 103268 = DSM 5 = HAMBI 477 = LMG 17757 = NRRL B-3395。**★16S rRNA 基因序列号：**AM980508。**★种名释意：***insolitus* 为奇特之意，故其中文名称为奇特嗜冷芽胞杆菌（L. masc. adj. *insolitus*，unaccustomed，unusual，unfamiliar，strange）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 W16B^T（DSM 5^T）和 T16B（DSM 2272）从沼泽地和正常的土壤样品中分离而来。★形态特征：可在低温下生长。★生理特性：最适生长温度为 20℃，最低生长温度低于 0℃，最高生长温度为 25℃，芽胞能在 0℃时形成和萌发。耐受 2% NaCl 的活性可变，但不能耐受 4% NaCl 。★生化特性：菌株能氧化 β-羟基酸、α-酮基-缬草酸、丙酮酸甲酯、琥珀酸单甲酯和丙酮酸，能利用 D-甘露糖产酸。模式菌株中碱性磷酸酶、酯酶、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶和 α-胰凝乳蛋白酶为阴性反应；不能水解七叶苷、ONPG 和淀粉；不能利用柠檬酸盐；不能还原硝酸盐。★化学特性：细胞的主要脂肪酸为 iso-$C_{14:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:1\omega7c}$ alcohol，还包括少量的 $C_{15:0}$、$C_{16:1\omega11c}$ 和 $C_{18:1\omega9c}$。主要呼吸醌为 MK-8。★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 35.7 mol%～36.6 mol%，16S rRNA 序列与 *Bacillus*（*sensu stricto*）形成一个分支群。它们之间具有高度的 16S rRNA 基因序列同源性（97.8%～99.7%），并与 *P. quisquiliarum* 同源性较高（95.3%～96.3%）。与其他相近属的同源性为 90.9%～94.5%。DNA-DNA 杂交结果表明它们的关联度小于 70%，16S rRNA 基因序列如下。

```
1       ggctcaggac  gaacgctggc  ggcatgccta  atacatgcaa  gtcgagcgaa  tgatgaagaa
61      gcttgcttct  tctgatttag  cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtgggcaac  ctgccctgta
121     gattgggata  actccgggaa  accggggcta  ataccgaata  atccatttcc  tctcatgggg
181     aaatgttaaa  agacggtttc  ggctgtcact  acaggatggg  cccgcggcgc  attagctagt
241     tggtgaggta  acggctcacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg  gtgatcggcc
301     acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttccac
361     aatggacgaa  agtctgatgg  agcaatgccg  cgtgagtgaa  gaaggttttc  ggatcgtaaa
421     actctgttgt  gagggaagaa  caactccgcg  agtaactgct  cgtaccttga  cggtacctca
481     ttagaaagcc  acggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggt  ggcaagcgtt
541     gtccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggtcct  ttaagtctga  tgtgaaatcc
601     cacggctcaa  ccgtggaagg  tcattggaaa  ctgggggact  tgagtacaga  agaggaaagt
661     ggaattccaa  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatttgga  ggaacaccag  tggcgaaggc
721     gactttctgg  tctgtaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcaaa  caggattaga
781     taccctggta  gtccagggcg  taaacgatga  gtgctaagtg  ttagggggtt  tccgcccctt
841     agtgctgcag  ctaacgcatt  aagcactccg  cctggggagt  acggtcgcaa  gactgaaact
901     caaaggaatt  gacgggggcc  cgcacaagcg  gtggagcatg  tggtttaatt  cgaagcaacg
961     cgaagaacct  taccaggtct  tgacatccca  ctgaccggtc  tagagataga  tctttccctt
1021    cggggacagt  ggtgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg
1081    ttaagtcccg  caacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc  agcattcagt  tgggcactct
1141    aaggtgactg  ccggtgataa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccc
1201    ttatgacctg  ggctacacac  gtgctacaat  ggacggtaca  gagggtcgca  accccgcgag
1261    ggtgagctaa  tcccataaaa  ccgttctcag  ttcggattgt  aggctgcaac  tcgcctacat
1321    gaagccggaa  tcgctagtaa  tcgtggatca  gcatgccacg  gtgaggggtt  cccgggcctt
1381    gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtt  tgtaacaccc  gaagtcggtg  gggtaaccct
1441    tacgggagcc  agccgccgaa  ggtgggacag  atgattgggg  tgaagtcgta  acaaggtagc
```

426. *Psychrobacillus psychrodurans*（忍冷嗜冷芽胞杆菌）

【种类编号】1-37-2。*Psychrobacillus psychrodurans*（Abd El-Rahman et al.，2002）

Krishnamurthi et al.，2011，comb. nov.（忍冷嗜冷芽胞杆菌）= *Bacillus psychrodurans* Abd El-Rahman et al.，2002，sp. nov.。**★模式菌株：**68E3 = DSM 11713 = NCIMB 13837。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ277984。**★种名释意：***psychrodurans* 中 *psuchros* 为冷之意，*durans* 为耐受之意，故其中文名称为忍冷嗜冷芽胞杆菌（Gr. adj. *psuchros*，cold；L. part. adj. *durans*，enduring；N.L. part. adj. *psychrodurans*，cold-enduring）。

【种类描述】★菌株来源：68E3^T 菌株从埃及 El-Kanater 花园土壤中分离出来的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.6）μm ×（2～5）μm］、革兰氏阳性、有机化能营养。芽胞形成很罕见，含有 Mn^{2+} 离子的 CASO 琼脂上形成芽胞，位于末端、胞囊膨大。**★生理特性：**在营养培养基或营养琼脂上培养不生长或生长很差；在 CASO 或琼脂上培养较好；含或不含 KNO_3 的培养基上厌氧条件下菌株不能生长；在溶菌酶存在下不生长。低温（–2～0℃）条件下模式菌株生长受限。菌株生长的最高温度是 30～35℃。菌株在 pH 为 5.7 时不生长；在 3% NaCl 中菌株能生长，通常在 5% NaCl 中不生长（5 株菌中有一株能生长）；7% NaCl 时菌株不能生长。**★生化特性：**氧化酶和过氧化酶为阳性。不能降解酪氨酸，能降解 DNA。利用下列化合物不产酸或产少量酸：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-木糖和 D-甘露醇（模式菌株能利用 D-葡萄糖和 D-甘露醇产酸）。能水解淀粉，不能水解支链淀粉、纤维素、果胶、酪蛋白、甲壳素、七叶苷、尿素、4-甲基伞形酮葡萄苷酸及柠檬酸钠。通常能水解明胶。能水解吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80（模式菌株不能水解吐温 80）。硝酸盐被还原成亚硝酸盐。卵黄卵磷脂反应为阴性。苯丙氨酸不能脱氨基。V-P 反应为阴性。不产吲哚和二羟基丙酮。**★化学特性：**肽聚糖类型为 L-Orn-D-Glu（A4β）。肽聚糖侧链上第三位上的氨基酸是鸟氨酸，谷氨酸形成肽桥。主要极性脂包含一种磷脂（PL3）、一种氨磷脂（APL）和三种未知极性脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.5 mol%，16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ggctcaggac  gaacgctggc  ggcatgccta  atacatgcaa  gtcgagcgaa  tgacgaagaa
61     gcttgcttct  tctgatttag  cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtgggcaac  ctgccctgta
121    gattgggata  actccgggaa  accggggcta  ataccgaata  atccatttcc  tcacatgggg
181    agatgttaaa  agacggcatc  tcgctgtcac  tacaggatgg  gcccgcggcg  cattagctag
241    ttggtgaggt  aacggctcac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc
301    cacactggga  ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttcca
361    caatggacga  aagtctgatg  gagcaatgcc  gcgtgagtga  agaaggtttt  cggatcgtaa
421    aactctgttg  tgagggaaga  acaagtacga  gagtaactgc  tcgtaccttg  acggtacctc
481    attagaaagc  cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  tggcaagcgt
541    tgtccggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggtcc  tttaagtctg  atgtgaaatc
601    ccacggctca  accgtggaag  gtcattggaa  actgggggac  ttgagtacag  aagaggaaag
661    cggaattcca  agtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatttgg  aggaacacca  gtggcgaagg
721    cggctttctg  gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  ttgggagcaa  acaggattag
781    ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagggggt  ttccgcccct
841    tagtgctgca  gctaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggtcgca  agactgaaac
901    tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac
961    gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatccc  gctgaccggc  ctagagatag  gcttttccct
1021   tcggggacag  cggtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg
1081   gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccttga  tcttagttgc  cagcattcag  ttgggcactc
```

```
1141   taaggtgact  gccggtgata  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc
1201   cttatgacct  gggctacaca  cgtgctacaa  tggacggtac  agagggtcgc  aaccccgcga
1261   gggtgagcaa  atcccataaa  accgttctca  gttcggattg  taggctgcaa  ctcgcctaca
1321   tgaagccgga  atcgctagta  atcgtggatc  agcatgccac  ggtgaatacg  ttcccgggcc
1381   ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  tttgtaacac  ccgaagtcgg  tggggtaacc
1441   cttacgggag  ccagccgccg  aaggtgggac  agatgattgg  ggtgaa
```

427. *Psychrobacillus psychrotolerans*（耐冷嗜冷芽胞杆菌）

【种类编号】1-37-3。*Psychrobacillus psychrotolerans*（Abd El-Rahman et al.，2002）Krishnamurthi et al.，2011，comb. nov.（耐冷嗜冷芽胞杆菌）= *Bacillus psychrotolerans* Abd El-Rahman et al.，2002，sp. nov.。**★模式菌株：**3H1 = DSM 11706 = NCIMB 13838。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ277983。**★种名释意：***psychrotolerans* 中 *psuchros* 为冷之意，*tolerans* 为耐受之意，故其中文名称为耐冷嗜冷芽胞杆菌（Gr. adj. *psuchros*，cold；L. part. adj. *tolerans*，tolerating；N.L. part. adj. *psychrotolerans*，cold-tolerating）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $3H1^T$ 是从德国哥廷根 Weende 高岭土中分离出来的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～1.0）μm ×（2～7）μm］、革兰氏染色阳性、有机化能营养。芽胞形成很罕见，在含有 Mn^{2+}的 CASO 琼脂上形成芽胞、胞囊膨大、端生（其中一株测试菌株未形成芽胞）。**★生理特性：**在营养培养基或营养琼脂上培养不生长或生长很差。在 CASO 或琼脂上培养较好，含或不含 KNO_3 都不能进行厌氧生长。耐寒，低温（–2～1℃）限制生长，高温（30～40℃）限制生长。在溶菌酶存在下菌株不能生长。pH 为 5.7 时菌株不能生长。菌株在 3% NaCl 时能生长，通常在 5% NaCl 中不能生长（5 株菌中有一株能生长）；7% NaCl 时菌株不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不能水解酪氨酸，能降解 DNA。利用下列碳水化合物不产酸或产极少量酸：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-木糖和 D-甘露醇。能水解淀粉，不能水解支链淀粉、纤维素、果胶、明胶、酪蛋白、甲壳素、尿素、七叶苷、柠檬酸钠及 4-甲基伞形酮葡萄苷酸。能水解吐温 20、吐温 40、吐温 60、吐温 80（有两株测试菌株不能水解吐温 80）。硝酸盐不能被还原成亚硝酸盐。卵黄卵磷脂、苯丙氨酸脱氨基和 V-P 反应为阴性。不产吲哚和二羟基丙酮。**★化学特性：**肽聚糖类型为 L-Orn-D-Glu（A4β），肽聚糖侧链上第三位上的氨基酸是鸟氨酸，谷氨酸形成肽桥。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36 mol%～38 mol%，16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ctggcggcat  gcctaataca  tgcaagtcga  gcgaatgacg  aagaagcttg  cttcttctga
61     tttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctgcc  ctgtagattg  ggataactcc
121    gggaaaccgg  ggctaatacc  gaataatcca  tttcctcaca  tggggagatg  ttaaaagacg
181    gcatctcgct  gtcactacag  gatgggcccg  cggcgcatta  gctagttggt  gaggtaacgg
241    ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag
301    acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc  ttccacaatg  gacgaaagtc
361    tgatggagca  atgccgcgtg  agtgaagaag  gttttcggat  cgtaaaactc  tgttgtgagg
421    gaagaacaag  tacgagagta  actgctcgta  ccttgacggt  acctcattag  aaagccacgg
481    ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtaggtggca  agcgttgtcc  ggaattattg
541    ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggtcctttaa  gtctgatgtg  aaatcccacg  gctcaaccgt
601    ggaaggtcat  tggaaactgg  gggacttgag  tcacgaagag  gaaagcggaa  ttccaagtgt
```

661	agcggtgaaa	tgcgtagaga	tttggaggaa	caccagtggc	gaaggcggct	ttctggtctg
721	taactgacgc	tgaggcgcga	aagcgttggg	agcaaacagg	attagatacc	ctggtagtcc
781	acgccgtaaa	cgatgagtgc	taagtgttag	ggggtttccg	ccccttagtg	ctgcagctaa
841	cgcattaagc	actccgcctg	gggagtacgg	tcgcaagact	gaaactcaaa	ggaattgacg
901	ggggcccgca	caagcggtgg	agcatgtggt	ttaattcgaa	gcaacgcgaa	gaaccttacc
961	aggtcttgac	atcccgctga	ccggcctaga	gataggcttt	tcccttcggg	gacagcggtg
1021	acaggtggtg	catggttgtc	gtcagctcgt	gtcgtgagat	gttgggttaa	gtcccgcaac
1081	gagcgcaacc	cttgatctta	gttgccagca	ttcagttggg	cactctaagg	tgactgccgg
1141	tgataaaccg	gaggaaggtg	gggatgacgt	caaatcatca	tgccccttat	gacctgggct
1201	acacacgtgc	tacaatggac	ggtacagagg	gtcgcaaccc	cgcgagggtg	agcaaatccc
1261	ataaaaccgt	tctcagttcg	gattgtaggc	tgcaactcgc	ctacatgaag	ccggaatcgc
1321	tagtaatcgt	ggatcagcat	gccacggtga	atacgttccc	gggccttgta	cacaccgccc
1381	gtcacaccac	gagagtttgt	aacacccgaa	gtcggtgggg	taacccttac	gggagccagc
1441	cgccgaaggt	gggacagatg	attggggtga	agtcgtaaca	aggtagcc	

三十八、盐渍芽胞杆菌属（*Salinibacillus*）

【属特征描述】细胞杆状、革兰氏阳性、严格好氧、以周生鞭毛运动、中度嗜盐、无 NaCl 时菌株不能生长；过氧化氢酶为阳性反应；氧化酶反应可变；利用葡萄糖产酸；淀粉水解反应可变；产 H_2S 和 NH_3 反应可变；主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。肽聚糖上直接交联的氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。模式种为 *Salinibacillus aidingensis*。**★属名释意：***Salinibacillus* 中 *salinus* 为盐渍之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为盐渍芽胞杆菌属（L. adj. *salinus*，salted；L. masc. n. *bacillus*，rod；N.L. masc. n. *Salinibacillus*，salted rod）。

428. *Salinibacillus aidingensis*（艾丁湖盐渍芽胞杆菌）

【种类编号】1-38-1。*Salinibacillus aidingensis* Ren and Zhou，2005，sp. nov.（艾丁湖盐渍芽胞杆菌）。**★模式菌株：**25-7 = AS 1.3565 = JCM 12389。**★16S rRNA 基因序列号：**AY321436。**★种名释意：***aidingensis* 意为模式菌株分离自我国新疆艾丁湖，故其中文名称为艾丁湖盐渍芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *aidingensis*，pertaining to Ai-Ding Lake，Xin-Jiang，China，where the organism was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 25-7^T 是从我国新疆的中性盐湖分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.3～0.5）μm ×（1～2）μm］、革兰氏阳性、适度嗜盐。菌落直径为 1～2 mm、白色的、微凸、光滑、边缘规则。**★生理特性：**生长的温度和盐浓度分别是 28～49℃和 5%～20%（w/v）。最适的生长 pH 是 6.5～7.5。**★生化特性：**甲基红和 V-P 反应为阴性。DNA 酶和脲酶为阴性，但磷酸酶反应为阳性。能利用以下碳水化合物：纤维二糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、菊糖、D-棉籽糖、葡萄糖、D-半乳糖、水杨苷、乳糖、蔗糖、七叶苷、麦芽糖、甘露醇、蜜二糖、D-山梨糖、海藻糖、半乳糖醇、甘油、赤藓糖醇、肌醇、松三糖、淀粉、阿拉伯糖、鼠李糖和木糖。利用下列化合物来产酸：D-果糖、D-半乳糖、甘油、麦芽糖、鼠李糖和蔗糖。能水解明胶、酪蛋白、七叶苷和吐

温 40，但不能水解吐温 20、吐温 60 和吐温 80。★**化学特性**：主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（39.0%）、anteiso-$C_{17:0}$（23.7%）、iso-$C_{15:0}$（18.4%）和 iso-$C_{16:0}$（9.8%）。★**分子特性**：菌株 DNA 的 G+C 含量为 39.9 mol%。16S rRNA 结果表明，菌株 25-7^T 与 *B. halodenitrificans* 的同源性为 94.6%。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 25-7^T 与 *Salinibacillus kushneri* 8-2^T 和 W11-1 的关联度分别为 29.5%和 36.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgctggcg  gcgtgcctaa  tactgcaagt  cgagtcgcgt  gaaacaagtt  gattccttcg
61     ggatgaaact  tgtggaacga  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  cctgcctgta
121    agatcgggat  aactccggga  aaccggggct  aataccggat  aacacctccg  accgcatggt
181    cggaagttga  aagacggctt  ttatgctgtc  acttacagat  gggcccgcgg  cgcattagct
241    agttggtgag  gtaagagctc  accaaggcaa  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg
301    gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc
361    cgcaatggac  gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagt  gatgaaggtc  ttcggatcgt
421    aaagctctgt  tgtcagggaa  gaacaagtac  aagaggaact  gcttgtacct  tgacggtacc
481    tgaccagaaa  gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  ggtggcaagc
541    gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  ttcttaagtc  tgatgtgaaa
601    gcccacggct  taaccgtgga  gggtcattgg  aaactgggag  gcttgagtgc  aggagaggag
661    agtggaattc  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagatatg  tggaggaaca  ccagtggcga
721    aggcgactct  ctgggcctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtggggg  agcgaacagg
781    attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgttgagtgc  taggtgttag  ggggtttccg
841    ccccttagtg  ctgaagttaa  cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgg  ccgcaaggct
901    gaaactcaaa  ggaattgacg  ggggcccgca  caagcggtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa
961    gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atcctctgct  acctctagag  atagagggtt
1021   cccttcgggg  acagagtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt
1081   tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgaccttagt  tgccagcatt  aagttgggca
1141   ctctagggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg
1201   ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg  tacaaagggc  agcgaagccg
1261   cgaggtgaag  ctaatcccat  aaaaccattc  tcagttcgga  ttgcaggctg  caactcgcct
1321   gtatgaagcc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg
1381   gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagttggcaa  cacccgaagt  cggtggggta
1441   accttttgga  gccagccgcc  taaggtgggg  cc
```

429. *Salinibacillus kushneri*（库氏盐渍芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-38-2。*Salinibacillus kushneri* Ren and Zhou，2005，sp. nov.（库氏盐渍芽胞杆菌）。★**模式菌株**：8-2 = AS 1.3566 = JCM 12390。★**16S rRNA 基因序列号**：AY321434。★**种名释意**：*kushneri* 意为 Kushner，旨在纪念微生物学家 Donn J. Kushner，故其中文名称为库氏盐渍芽胞杆菌（N.L. gen. *kushneri*，of Kushner，in honour of Professor Donn J. Kushner，for his contribution to halophile microbiology）。

【**种类描述**】★**菌株来源**：菌株 8-2^T 和 W11-1 是从我国新疆的中性盐湖分离得到的。★**形态特征**：菌株 8-2^T 的细胞大小为［（0.4～0.6）μm×（2.5～3.0）μm］，W11-1 的细胞大小为［0.35μm ×（1.35～3.5）μm］。菌落培养 2 d 后，是白色的，微微凸起，光滑，锯齿状边缘、直径 1～2 mm。★**生理特性**：菌株 8-2^T 和 W11-1 的生长盐浓度分别是 1%～

30%（w/v）和 5%～23%；生长温度分别为 20～50℃和 20～52℃；最适生长的 pH 为 7.0～8.0。★**生化特性：**甲基红和 V-P 反应为阴性。DNA 酶和脲酶活性是阴性，但磷酸酶为阳性。菌株 W11-1 能利用下列碳源：纤维二糖、D-甘露糖、L-山梨糖、菊糖、D-果糖、D-棉籽糖、葡萄糖、D-半乳糖、水杨苷、乳糖、蔗糖、七叶苷、麦芽糖、甘露醇、蜜二糖、D-山梨糖、海藻糖、半乳糖醇、甘油、肌醇、赤藓糖醇、松三糖、淀粉、阿拉伯糖、鼠李糖和木糖；菌株 8-2^T 不能利用 D-阿拉伯糖、鼠李糖或木糖；菌株 W11-1 能利用纤维二糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖和海藻糖产酸；菌株 8-2^T 利用纤维二糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖和海藻糖产酸；能水解明胶、酪蛋白、七叶苷和吐温 40，但不能水解吐温 20、吐温 60 和吐温 80。★**化学特性：**菌株 8-2^T 的主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（28.0%）、anteiso-$C_{15:0}$（23.9%）和 anteiso-$C_{17:0}$（18.4%）。★**分子特性：**菌株 8-2^T 和 W11-1 DNA 的 G+C 含量分别为 37.4 mol%和 37.2 mol%。16S rRNA 结果表明菌株 8-2^T 与 *B. halodenitrificans* 的同源性为 98.1%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 8-2^T 与 25-7^T、W11-1 的关联度分别为 29.5%和 72.1%。因此菌株 8-2^T 和 W11-1 属于同一个种。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      acacagctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcgc  gggaagcagg  ctgatccctt
61     cggggtgaag  cctgtggaac  gagcggcggg  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctgcctg
121    taagtcgggg  ataactccgg  gaaaccggaa  gctaataccg  gataacactt  cagaccgcat
181    ggtcaggagt  tgaaagacgg  cttttaagct  gtcccttaca  gatgggcccg  cggcgcatta
241    gctagttggt  gaggtaagag  cttaccaagg  caacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga
301    tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc
361    ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  agtgatgaag  gtcttcggat
421    cgtaaagctc  tgttgttagg  gaagaacaag  tacaagagga  actgcttgta  ccttgacggt
481    acctaaccag  aaagccacgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtaggtggca
541    agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggtttcttaa  gtctgatgtg
601    aaagcccacg  gcttaaccgt  ggagggtcat  tggaaactgg  gaggcttgag  tgcaggagag
661    gagagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagata  tgtggaggaa  caccagtggc
721    gaaggcgact  ctctggcctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcgaacagg
781    attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgttgagtgc  taggtgttag  ggggtttccg
841    ccccttagtg  ctgaagttaa  cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgg  ccgcaaggct
901    gaaactcaaa  ggaattgacg  ggggcccgca  caagcggtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa
961    gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atcctctgct  acctctagag  atagagggtt
1021   cccttcgggg  acagagtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt
1081   tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  taaccttagt  tgccagcatt  tagttgggca
1141   ctctagggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg
1201   ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg  tacaaagggc  agcgaagccg
1261   caaggtgaag  ctaatcccat  aaaaccattc  tcagttcgga  ttgcaggctg  caactcgcct
1321   gtatgaagcc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg
1381   gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagttggcaa  cacccgaagt  cggtggggta
1441   accttatgga  actagccgcc  taag
```

430. *Salinibacillus xinjiangensis*（新疆盐渍芽胞杆菌）

【种类编号】1-38-3。*Salinibacillus xinjiangensis* Yang et al.，2014，sp. nov.（新疆盐

渍芽胞杆菌）。**★模式菌株：**J4 = CGMCC 1.12331 = JCM 18732。**★16S rRNA 基因序列号：**NR125634。**★种名释意：***xinjiangensis* 为我国新疆之意，故其中文名称为新疆盐渍芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *xinjiangensis*，pertaining to Xinjiang，in north-west China）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 J4^T 从我国新疆维吾尔自治区中性盐湖样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性菌，形成芽胞，杆状细菌。**★生理特性：**菌株 J4^T 的生长温度为 25～50℃（最适 35～42℃），生长的 pH 为 6.5～8.0（最适 pH 为 7.0～7.5），盐浓度是 1%～21%（w/v）（最适 9%～12%）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油。细胞含有 *meso*-二氨基庚二酸作为特征二氨基酸。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 36.2 mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示菌株 J4^T 与 *S. aidingensis* 25-7^T 的同源性达到了 96.7%，与 *S kushneri* 8-2^T 的同源性达到了 96.5%，与 *Ornithinibacillus scapharcae* TW25^T 的同源性达到了 96.4%，与 *Salirhabdus euzebyi* CVS-14^T 的同源性达到了 96.4%，与 *O. californiensis* MB-9^T 的同源性达到了 96.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagct  aactgaaccc
61    ttcggggtga  cgttagtgga  acgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctgcc
121   tgtaagactg  ggataactcc  gggaaaccgg  ggctaatacc  ggataacact  ttgaactgca
181   tggttcgaag  atgaaaggcg  gcttttgctg  tcacttacag  atgggcccgc  ggcgcattag
241   ctagttggtg  gggtaaaagc  ctaccaaggc  cacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat
301   cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct
361   tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc
421   gtaaagctct  gttgttaggg  aagaacaagt  acgagagtaa  ctgctcgtac  cttgacggta
481   cctaaccaga  aagccacggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  taggtggcaa
541   gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtttcttaag  tctgatgtga
601   aagcccacgg  ctcaaccgtg  gagggtcatt  ggaaactggg  gaacttgagt  acaggagagg
661   agagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagatat  gtggaggaac  accagtggcg
721   aaggcgactc  tctggcctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcgaacagga
781   ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aggtgttagg  gggtttccgc
841   cccttagtgc  tgaagttaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggc  cgcaaggctg
901   aaactcaaaa  gaattgacgg  gggcccgcac  aagcggtgga  gcatgtggtt  taattcgaag
961   caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcctctgcta  cctctaaaga  tagagggttc
1021  ccttcgggga  cagagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt
1081  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcatta  agttgggcac
1141  tctaaggtga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc
1201  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac  aatggatggt  acaaagggca  gcgaagccgc
1261  gaggtgaagc  aaatcccata  aaaccattct  cagttcggat  tgtaggctgc  aactcgcctg
1321  catgaagccg  gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg
1381  ccttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agttggcaac  acccgaagtc  ggtggggtaa
1441  ccttttggag  ccagccgcct  aaggtggggc  caatgattgg  ggtg
```

三十九、居盐土芽胞杆菌属（*Saliterribacillus*）

【属特征描述】营养细胞为革兰氏阳性，能运动，形成芽胞，杆状，严格好氧。芽胞椭圆形，端生或次端生，胞囊膨胀。中度嗜盐，生长的 NaCl 浓度范围宽，最适 NaCl 浓度为 7.5%（w/v），无 NaCl 时不能生长。嗜中温。化能有机营养型，好氧呼吸代谢。过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐被还原为亚硝酸盐，但亚硝酸盐不能被还原。肽聚糖特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、两种氨基脂类、一种氨基磷脂和一种未知磷脂。模式种为 *Saliterribacillus persicus*。**★属名释意：***Saliterribacillus* 中 *sal* 为盐之意，*terra* 为土之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为居盐土芽胞杆菌属（L. n. *sal salis*，salt；L. n. *terra*，soil；L. masc. n. *bacillus*，a rod；N.L. masc. n. *Saliterribacillus*，a rod isolated from salt and soil，i.e. isolated from saline soil）。

431. *Saliterribacillus persicus*（波斯居盐土芽胞杆菌）

【种类编号】1-39-1。*Saliterribacillus persicus* Amoozeqar et al.，2013，sp. nov.（波斯居盐土芽胞杆菌）。**★模式菌株：**X4B = IBRC-M 10629 = KCTC 13827。**★16S rRNA 基因序列号：**HQ433437.1。**★种名释意：***persicus* 为波斯（伊朗旧称）之意，故其中文名称为波斯居盐土芽胞杆菌（per′si.cus. L. masc. adj. *persicus*，of Persia）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $X4B^T$ 从伊朗阿巴德超盐湖样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性菌，中度嗜盐细菌，严格需氧，可运动，杆状，肿胀，胞囊末端形成椭圆形芽胞。在 7.5% HM 琼脂培养基上，35℃培养 48 h，菌落点状、凸起、光滑、奶油色。**★生理特性：**菌株 $X4B^T$ 的最适生长温度为 35℃，pH 为 7.0，低于 5.5 或高于 10.0 条件下不能生长，生长的盐浓度为 0.5%～22.5%（w/v）（最适盐浓度为 7.5%）。**★生化特性：**不能水解酪蛋白、明胶、DNA、淀粉、吐温 40、吐温 60、吐温 80。不产吲哚和 H_2S。由下列化合物产酸：D-葡萄糖、D-果糖、半乳酸、乳糖、蔗糖、麦芽糖、D-甘露糖、D-甘露醇、D-木糖，而核糖不能产酸。甲基红和 V-P 反应、β-半乳糖苷酶、赖氨酸脱羟酶、鸟氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶、苯丙氨酸脱氨酶为阴性。下列化合物可用作唯一碳源和能源：D-阿拉伯糖、D-葡萄糖、D-核糖、蔗糖、棉籽糖、D-果糖、纤维二糖、海藻糖、甘油、蜜二糖、甘露醇。下列化合物不能用作唯一碳源和能源：L-天冬酰胺、L-精氨酸、L-组氨酸、L-亮氨酸、甘氨酸、丙氨酸、L-甲硫氨酸、L-苯丙氨酸、L-脯氨酸、半胱氨酸、L-酪氨酸、L-缬氨酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（66.6%）和 anteiso-$C_{17:0}$（19.9%）。极性脂类为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、两种氨脂肪、一种氨磷脂。细胞壁的肽聚糖类型为 A1γ。主要呼吸醌为 MK-7（89%）和 MK-6（11%）。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 35.2 mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示菌株 $X4B^T$ 与 *S. albus* 模式菌株的同源性为 96.0%，与 *P. ryukyuensis* 模式菌株的同源性为 95.9%，与 *P. quinghaiensis* 模式菌株的同源性为 95.8%，与 *S. halophilus* 模式菌株的同源性为 95.7 %。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  catggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    gcgggaagca  gcggatcacc  cttcggggtg  tgaagctgtg  gaacgagcgg  cggacgggtg
```

```
121   agtaacacgt gggcaacctg cctgtaagac tgggataacc ccgggaaacc ggggctaata
181   ccggataata cttctgatcg catgtgacga agttgaaagg cggctcttcg gagctgtcac
241   ttacagatgg gcccgcggcg cattagctag ttggtagggt aacggcctac caaggcaacg
301   atgcgtagcc gacctgagag ggtgatcggc cacactggga ctgagacacg gcccagactc
361   ctacgggagg cagcagtagg gaatcttccg caatggacga aagtctgacg gagcaacgcc
421   gcgtgaacga agaaggtctt cggatcgtaa agttctgttg ttagggaaga acaagtaccg
481   ttctaacagg acggtacctt gacggtacct atcgaggaag ccccggctaa ctacgtgcca
541   gcagccgcgg taatacgtag gggcaagcg ttgtccggaa ttattgggcg taaagcgcgc
601   gcaggcggtt ccttaagtct gatgtgaaat cttgcggctc aaccgcaagc ggtcattgga
661   aactggggaa cttgagtaca gaagaggaga gtggaattcc acgtgtagcg gtgaaatgcg
721   tagatatgtg gaggaacacc agtggcgaag gcggctctct ggtctgtaac tgacgctgag
781   gcgcgaaagc gtggggagca aacaggatta gataccctgg tagtccacgc cgtaaacgat
841   gagtgctagg tgttaggggg tttccgcccc ttagtgctgc agttaacgca ttaagcactc
901   cgcctgggga gtacggccgc aaggctgaaa ctcaaaagaa ttgacggggg cccgcacaag
961   cggtggagca tgtggtttaa ttcgaagcaa cgcgaagaac cttaccaggt cttgacatcc
1021  gctgacagct ctagagatag agtgttccct tcggggacag cgtgacaggt ggtgcatggt
1081  tgtcgtcagc tcgtgtcgtg agatgttggg ttaagtcccg caacgagcgc aacccttgat
1141  cttagttgcc agcattcagt tgggcactct aaggtgactg ccggtgacaa accggaggaa
1201  ggtggggacg acgtcaaatc atcatgcccc ttatgacctg ggctacacac gtgctacaat
1261  ggatgataca aagggcagcg aagccgcgag gtgtagcaaa tcccataaaa tcattctcag
1321  ttcggattgt aggctgcaac tcgcctacat gaagccggaa tcgctagtaa tcgcggatca
1381  gcatgccgcg gtgaatacgt tcccgggcct tgtacacacc gcccgtcaca ccacgagagt
1441  tggcaacacc cgaagtcggt gagataacct tt
```

四十、栖盐水芽胞杆菌属（*Salsuginibacillus*）

【属特征描述】营养细胞为革兰氏阳性，形成芽胞，杆状，单生或成对，能运动。芽胞椭圆形，中生或亚中生。过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。中度嗜盐，无 NaCl 时不能生长；耐碱；硝酸盐能被还原为亚硝酸盐。细胞壁肽聚糖为 A1γ 型，含 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。模式种为 *Salsuginibacillus kocurii*。**★属名释意：***Salsuginibacillus* 中 *salsugo* 为盐水之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为栖盐水芽胞杆菌属（L. n. *salsugo -inis*，salted water；L. masc. n. *bacillus*，rod；N.L. masc. n. *Salsuginibacillus*，a rod living in salted water）。

432. *Salsuginibacillus halophilus*（嗜盐栖盐水芽胞杆菌）

【种类编号】1-40-1。*Salsuginibacillus halophilus* Cao et al.，2010，sp. nov.（嗜盐栖盐水芽胞杆菌）。**★模式菌株：**halo-1 = CGMCC 1.7653 = NBRC 104934。**★16S rRNA 基因序列号：**EU581835。**★种名释意：***halophilus* 中 *hals* 为盐之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜盐栖盐水芽胞杆菌（Gr. n. *hals halos*，salt；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *halophilus*，salt-loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 halo-1^T 是从我国内蒙古自治区碱湖的沉积物中分离得到的。★形态特征：细胞杆状［（0.5～0.8）μm ×（2.5～4.5）μm］、革兰氏阳性、嗜盐、不运动，形成芽胞。培养 48 h 后形成的菌落直径为 1～2 mm、圆形、凸起、全缘、黄色、半透明。★生理特性：生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 18～50℃、5～10 和 9%～30%（w/v）；最适生长温度和 pH 分别为 37℃和 9；无 NaCl 时菌株不能生长。对下列化合物不敏感：氯霉素（30 μg）、氨苄西林（10 μg）、四环素（30 μg）和羧苄西林（100 μg）；对链霉素（10 μg）和卡那霉素（30 μg）敏感。★生化特性：过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐不能被还原。不能水解酪蛋白、DNA、吐温 80、淀粉和七叶苷，能水解明胶。产 H_2S，不产吲哚。脲酶为阳性，苯丙氨酸脱氨酶为阴性。能利用下列化合物作为唯一碳源：D-葡萄糖、纤维二糖、乳糖、麦芽糖、蔗糖、D-水杨苷、海藻糖、D-甘露醇、甘油、L-鼠李糖、D-山梨醇及肌醇。不能利用下列碳源：D-核糖、D-果糖、D-半乳糖、D-甘露糖、棉籽糖、淀粉、葡萄糖酸钠、D-阿拉伯糖和 L-阿拉伯糖、D-木糖、松三糖和菊糖。★化学特性：细胞壁的肽聚糖中包含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$（58.35%）、anteiso-$C_{17:0}$（12.89%）和 $C_{16:0}$（6.52%）。极性脂类有二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、脑磷脂、糖脂和一种未知结构的磷脂。★分子特性：菌株 DNA 的 G+C 含量为 46.4 mol%。基于 16S rRNA 序列分析，halo-1^T 与 *S. kocurii* CH9d^T 表现出较高的同源性，同源性达到 93.9%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     acatgcagtc  gagcgcgtga  aaccagttga  ttcccttcgg  ggatgacgct  ggtggatcga
61    gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  cctgccctgc  agatcgggat  aaccccggga
121   aaccggggct  aataccgaat  gaccggaaga  atcgcctgat  tctttcgtaa  aagctgggat
181   ttatcctagc  actgcaggat  gggcccgcgg  cgcattagtt  agttggtgag  gtaatggctc
241   accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca
301   cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcatc  cgcaatggac  gaaagtctga
361   cggtgcaaca  ccgcgtgagt  gacgaaggcc  tcagggtcgt  aaagctctgt  tatcaaggaa
421   gaaaacgtac  tgtgcgaata  gagcagtacc  ttgccggtac  ttgatcagaa  agccccggct
481   aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaacacgt  agggggcgag  cgttgtccgg  aattattggg
541   cgtaaagggc  acgcaggcgg  ccttttaagt  ctgatgtgaa  agcccgtggc  tcaaccacgg
601   aatggcattg  gaaactgaaa  ggcttgagtg  cagaagagga  gagcggaatt  ccacgtgtag
661   cggtgaaatg  cgtagatatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcggctct  ctggtctgta
721   actgacgctg  aggtgcgaaa  gcgtggggag  cgaacaggat  tagataccct  ggtagtccac
781   gccgtaaacg  ttgagtgcta  ggtgttaggg  gtttcgatac  ccttagtgcc  gaagtaaaca
841   cattaagcac  tccgcctggg  gagtacgacc  gcaaggttga  aactcaaagg  aattgacggg
901   ggcctgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgatgc  aacgcgaaga  accttaccag
961   gtcttgacat  cttttgcccg  ctctggagac  agagttttcc  cttcggggac  aaaatgacag
1021  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc
1081  gcaacccttg  accttagttg  ccagcattca  gttgggcact  ctagggtgac  tgccggtgac
1141  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac
1201  acgtgctaca  atggatggta  caaagggttg  cgaggccgcg  aggccgagcc  aatcccaaaa
1261  agccattctc  agttcggatt  gttctctgca  actcgagaac  atgaagccgg  aatcgctagt
1321  aatcgcggat  cagaatgccg  cggtgaatac  gttcccaggc  cttgtacaca  ccgcccgtca
1381  caccacgaga  gcttgcaacg  cccgaagtcg  gtcaggtaac  ctttttagga  gccagccg
```

433. *Salsuginibacillus kocurii*（考氏栖盐水芽胞杆菌）

【种类编号】1-40-2。*Salsuginibacillus kocurii* Carrasco et al.，2007，sp. nov.（考氏栖盐水芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CH9d = CCM 7365 = CECT 7154 = CGMCC 1.6287 = DSM 18087。**★16S rRNA 基因序列号：**AM492160。**★种名释意：***kocurii* 意为 Kocur，旨在纪念捷克微生物学家 M. Kocur，故其中文名称为考氏栖盐水芽胞杆菌（N.L. gen. n. *kocurii*，of Kocur，named for the Czech microbiologist M. Kocur，a pioneer in the study of halophilic microorganisms）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CH9d^T 是从我国内蒙古自治区的恰甘诺湖的沉淀物中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.7～0.8）μm ×（2.2～4.3）μm］、革兰氏阳性、严格好氧。含盐培养基上 37℃培养 2 d 后形成的菌落直径约 1 mm、无色素、圆形、全缘。**★生理特性：**菌株生长的温度、pH 和盐浓度分别是 20～50℃、5.8～10.0 和 3%～20%；最适生长温度、pH 和盐浓度分别是 30℃、8.5 和 10%。对下列化合物不敏感：杆菌肽（10 U）、头孢噻吩（30 μg）、链霉素（30 μg）、四环素（30 μg）和万古霉素（30 μg）。对下列化合物敏感：卡那霉素（30 μg）、萘啶酸（30 μg）和青霉素（10 U）。**★生化特性：**不能水解七叶苷、酪蛋白、DNA、明胶、淀粉和吐温 80。不产 H_2S 和吲哚。苯丙氨酸脱氨酶和磷酸酶为阴性。能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：乙酸酯、七叶苷、丁酸盐、D-纤维二糖、柠檬酸盐、甲酸盐、富马酸盐、乙醇、葡萄糖酸盐、马尿酸盐、D-甘露醇、丙酮酸盐、D-核糖和蔗糖。不能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：苦杏仁苷、D-阿拉伯糖、苯甲酸盐、D-果糖、L-岩藻糖、D-半乳糖、菊糖、D-乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、D-蜜二糖、丙酸盐、L-棉籽糖、水杨苷、海藻糖、D-木糖、丁醇、半乳糖醇、甘油、肌醇、丙醇、D-山梨醇和木糖醇。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。CH9d^T 主要的细胞脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。主要极性脂是二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、脑磷脂和两种未知的磷脂。**★分子特性：**菌株 DNA 中 G+C 含量是 44.7 mol%。基于 16S rRNA 基因序列分析菌株 CH9d^T 与 *Thalassobacillus devorans* DSM 16966^T 有 91%的同源性，与 *Bacillus*、*Halobacillus* 和 *Marinococcus* 的同源性低于 91%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tttagagttt  gattcctggc  tcaggacgaa  cgctggcggc  atgcctaata  catgcaagtc
61    gagcgcgtga  agcaggttga  tcccttcggg  gtgacacctg  tggatcgagc  ggcggacggg
121   tgagtaacac  gtgggcaacc  tgccctgtcg  atcggaataa  ccccgggaaa  ccggggctaa
181   tgccgaatac  cacttggaac  cacatggttc  caggttgaaa  gttggcctct  ggctaacacg
241   acaggatggg  cccgcggcgc  attagttagt  tggtgaggta  atggctcacc  aaggcgacga
301   tgcgtagccg  acctgagagg  gtgatcggcc  acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc
361   tacgggaggc  agcagtaggg  aatcatccgc  aatgggcgaa  agcctgacgg  tgcaatgccg
421   cgtgagtgat  gaaggtcttc  ggatcgtaaa  gctctgttat  aagggaagaa  ccggtgccgt
481   gcgaatagag  cggtaccttg  acggtacctt  atcagaaagc  cccggctaac  tacgtgccag
541   cagccgcggt  aacacgtagg  gggcaagcgt  tgtccggaat  tattgggcgt  aaagggcacg
601   caggcggctt  cttaagtctg  atgtgaaagc  ccgtggctca  accacggaat  cgcattggaa
661   actgaggagc  ttgagtgcag  gagaggagag  cggaattcca  cgtgtagcgg  tgaaatgcgt
721   agatatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cggctctctg  gcctgtaact  gacgctgagg
```

```
781    tgcgaaagcg  tggggagcga  acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgttg
841    agtgctaggt  gttaggggtt  tcgataccct  tagtgccgaa  gtcaacacat  taagcactcc
901    gcctggggag  tacgaccgca  aggttgaaac  tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc
961    ggtggagcat  gtggtttaat  tcgatgcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatctt
1021   ctgaccgctt  tggagacaaa  gctttccctt  cggggacaga  atgacaggtg  gtgcatggtt
1081   gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca  acccctaaac
1141   ttagttgcca  gcattcagtt  gggcactcta  ggttgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag
1201   gtggggatga  cgtcaaatca  tcatgcccct  tatgacctgg  gctacacacg  tgctacaatg
1261   gacggtacag  agggttgcaa  gaccgcgagg  tcaagccaat  cccaaaaagc  cgttctcagt
1321   tcggattgtt  ctctgcaact  cgagagcatg  aagccggaat  cgctagtaat  cgcggatcag
1381   aatgccgcgg  tgaatacgtt  cccgggcctt  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagct
1441   tgcaacaccc  gaagtcggtt  cggtaaccct  tttgggatgc  ctagccgccg  aatggtgggg
1501   ca
```

四十一、沉积物芽胞杆菌属（*Sediminibacillus*）

【属特征描述】革兰氏阳性，细胞杆状，单个或成对或以短链形式出现，可运动，未发现芽胞，适度嗜盐，兼性厌氧；过氧化氢酶和氧化酶为阳性反应；还原硝酸盐和亚硝酸盐；细胞壁的肽聚糖类型为 A1γ；主要呼吸醌为 MK-7；细胞的主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 antiso-$C_{17:0}$；系统发育树显示，该属与 *Thalassobacillus* 和 *Halobacillus* 一起形成一个分支，模式种为 *Sediminibacillus halophilus*。**★属名释意：***Sediminibacillus* 中 *sedimen* 为沉积物之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为沉积物芽胞杆菌属（L. n. *sedimeninis*，sediment；L. masc. n. *bacillus*，a small rod；N.L. masc. n. *Sediminibacillus*，a rod living in sediment）。

434. *Sediminibacillus albus*（白色沉积物芽胞杆菌）

【种类编号】1-41-1。*Sediminibacillus albus* Wang et al.，2009，sp. nov.（白色沉积物芽胞杆菌）。**★模式菌株：**NHBX5 = DSM 19340 = CGMCC 1.6502。**★16S rRNA 基因序列号：**NR044031。**★种名释意：***albus* 为白色之意，故其中文名称为白色沉积物芽胞杆菌（al′bus. L. masc. adj. *albus* white）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NHBX5^T 从我国青海南霍布逊湖沉积样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性菌，杆状［（0.4～0.6）μm ×（2.0～4.0）μm］，严格需氧，形成芽胞，通过周生鞭毛运动，细胞单独、成对或短链状呈现，在 GM 琼脂培养基上 37℃培养 48 h，菌落圆形、白色、不透明、轻微凸起，直径为 1.5～2.0 mm，奶油色。**★生理特性：**菌株 NHBX5^T 生长的温度为 10～45℃（最适温度为 37℃），生长的 pH 为 5.5～9.0（最适 pH 为 7.5），生长的盐浓度是 0～22%（w/v）（最适 7%）。对环丙沙星、氯霉素、卡那霉素、红霉素、四环素、氨苄西林、新生霉素、杆菌肽、链霉素敏感。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶、甲基红反应为阳性。产 H_2S、NH_3 和吲哚。利用柠檬酸盐。水解七叶苷、明胶、吐温 20、吐温 60、吐温 80。V-P 反应、硝酸盐还原、脲酶和酪蛋白水解为阴性。D-葡萄糖氧化产酸。API 50CH 试验结果表明，能由下列物质产酸：L-阿拉伯糖、

D-木糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-半乳糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、甘露醇、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、淀粉、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、海藻糖、苦杏仁糖、N-乙酰氨基葡萄糖。不能由下列物质产酸：D-山梨糖、蔗糖、赤藓糖醇、D-核糖、松二糖、D-阿拉伯糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、半乳糖醇、肌糖、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、菊糖、松三糖、棉籽糖、糖原、木糖醇、L-木糖、D-己酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐、5-酮基葡萄糖酸、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷。下列化合物不能用作碳源、氮源和能源：L-丙氨酸、L-丝氨酸、L-精氨酸、天冬氨酸、L-半胱氨酸、谷氨酸、L-甲硫氨酸和苯丙氨酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和糖脂类。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 44.9 mol%。16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示，菌株 NHBX5^{T} 与 *Sediminibacillus halophilus* EN8d^{T} 的同源性为 98.6%；与 *Virgibacillus* 菌株同源性为 94.4%～96.7%；与 *Halobacillus* 菌株同源性为 95.2%～96.3%；与 *Thalassobacillus devorans* 模式菌株同源性为 95.2%；与 *Gracilibacillus* 菌株同源性为 94.4%～95.3%；与 *Amphibacillus* 菌株同源性为 93.9%～95.2%。NHBX5^{T} 和 *S. halophilus* CGMCC 1.6199^{T} DNA 杂交关联度为 34.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgctatacat  gcaagtcgag  cgcgtgaagc  agccggatcc  cttcggggtg  aaagctgtgg
61    aacgagcggc  ggacgggtga  gtaacacgtg  ggcaacctgc  ctgtaagact  gggataaccc
121   cgggaaaccg  gggctaatac  cgggtaatac  ttttcttcgc  atgaagggaa  gttgaaaggc
181   ggcttttcgg  agctgtcact  tacagatggg  cccgcggcgc  attagctagt  tggtagggta
241   atggcctacc  aaggcaacga  tgcgtagccg  acctgagagg  gtgatcggcc  acactgggac
301   tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttccgc  aatggacgaa
361   agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgaacgat  gaaggttttc  ggatcgtaaa  gttctgttgt
421   tagggaagaa  caagtaccgt  ttgaataagg  cggtaccttg  acggtaccta  acgaggaagc
481   cccggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  gggcaagcgt  tgtccggaat
541   tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggttc  cttaagtctg  atgtgaaagc  ccacggctta
601   accgtggagg  gtcattggaa  actggggaac  ttgagtacag  aagaggagag  cggaattcca
661   cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agatatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cggctctctg
721   gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcga  acaggattag  ataccctggt
781   agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaggt  gttagggggt  ttccgcccct  tagtgctgaa
841   gttaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggccgca  aggctgaaac  tcaaaagaat
901   tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc
961   ttaccaggtc  ttgacatcct  ctgatccctc  tagagataga  ggtttccctt  cggggacaga
1021  gtgacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt  taagtcccgc
1081  aacgagcgca  acccttgacc  ttagttgcca  gcattcagtt  gggcactcta  gggtgactgc
1141  cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggatga  cgtcaaatca  tcatgcccct  tatgacctgg
1201  gctacacacg  tgctacaatg  gatggtacaa  agggacgcga  aaccgcgagg  tgaagcaaat
1261  cccataaaac  cattctcagt  tcggattgca  ggctgcaact  cgcctgcatg  aagccggaat
1321  cgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt  cccgggcctt  gtacacaccg
1381  cccgtcacac  cacgagagtt  ggcaacaccc  gaagtcggtg  aggtaacctt  tttggagcca
1441  gccgccgaag  gtggggccaa  tgattggggg  aagtcgac
```

435. *Sediminibacillus halophilus*（嗜盐沉积物芽胞杆菌）

【种类编号】1-41-2。*Sediminibacillus halophilus* Carrasco et al.，2008，sp. nov.（嗜盐沉积物芽胞杆菌）。**★模式菌株：**EN8d = CCM 7364 = CECT 7148 = CGMCC 1.6199 = DSM 18088。**★16S rRNA 基因序列号：**NR042674。**★种名释意：***halophilus* 中 *halos* 为盐之意，*philos* 为喜好之意，故其中文名称为嗜盐沉积物芽胞杆菌（ha.lo.phi′lus. Gr. n. *halos* salt；Gr. adj. *philos* loving；N.L. masc. adj. *halophilus* salt-loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 EN8d^T 从我国内蒙古 Erliannor 湖沉积物样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性菌，中度嗜盐，细胞大小为［0.9 μm ×（1.5～7.0）μm］。在 HM-7.5 培养基上 37℃培养 24 h，菌落直径 1 mm，奶油色，圆形。**★生理特性：**菌株 EN8d^T 生长的温度为 5～55℃（最适温度为 37℃），生长的 pH 为 5.0～9.5（最适 pH 为 7.5），生长的盐浓度是 0～20%（w/v）（最适为 5%～7.5%）。**★生化特性：**能水解七叶苷、明胶、吐温 80，不能水解酪蛋白、DNA 和淀粉。磷酸酶为阳性。不产 H_2S，吲哚、V-P 反应和苯丙氨酸脱氨酶为阴性。能由下列物质产酸：阿拉伯糖、乳糖、D-葡萄糖、D-半乳糖、D-甘露糖、海藻糖、D-果糖、蔗糖、麦芽糖、甘油。能利用下列物质作为唯一碳源和能源：D-阿拉伯糖、纤维二糖、D-半乳糖、D-乳糖。不能利用下列物质作为碳源和能源：乙酸盐、苯酸盐、丁醇、柠檬酸盐、L-海藻糖、甲酸盐、延胡索酸盐、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、松三糖、甲醇、丙酸盐、丙醇、棉籽糖、D-山梨醇、琥珀酸盐、戊酸盐和 D-木糖。L-丙氨酸、L-丝氨酸、L-苏氨酸用作碳源、氮源和能源，而 L-精氨酸、天冬氨酸、L-半胱氨酸、谷氨酸、DL-赖氨酸、L-甲硫氨酸、L-鸟氨酸、苯丙氨酸和色氨酸不能用作碳源、氮源和能源。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和一种未知的糖脂类。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 47.5 mol%。16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示，菌株 EN8d^T 与 *Thalassobacillus* 系统发育关系最相近，与 *Halobacillus* 的同源性达到了 95%，在基于最大简约法的系统发育树中，菌株 EN8d^T 与 *T. devorans* 模式菌株聚在同一分支，菌株 EN8d^T 与 *T. devorans* 的同源性为 96.3%，与 *Virgibacillus koreensis* 的同源性为 96.1%，与 *H. dabanensis* 的同源性为 96.0%，与 *H. litoralis* 的同源性为 95.9%，与 *H. trueperi* 的同源性为 95.9%。DNA-DNA 杂交关联度低于 70%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggctcaggac  gaacgctggc  ggcgtgccta  atacatgcaa  gtcgagcgcg  ggaagcaggc
61    ggatcccttc  ggggtgaagc  ctgtggaacg  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtgggca
121   acctgcctgt  aagatcggga  taactccggg  aaaccggggc  taataccggg  taataccttc
181   ctccgcatgg  aggaaggttg  aaaggcggcc  ttttggctgt  cacttacaga  tgggcccgcg
241   gcgcattagc  tagttggtag  ggtaatggcc  taccaaggca  acgatgcgta  gccgacctga
301   gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac  acggcccana  ctcctacggg  aggcagcagt
361   agggaatctt  ccgcaatgga  cgaaagtctg  acggagcaac  gccgcgtgaa  cgatgaangt
421   cttcggatcg  taaagttctg  ttgtcaggga  agaacaagta  ccgtttgaat  aangcggtac
481   cttgacggta  cctgacgagg  aagccccggc  ctaactacnt  gccagcagcc  gcggtaatac
541   gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggttccttaa
601   gtctgatgtg  aaagcccacg  gcttaaccgt  ggagggtcat  tggaaactgg  ggaacttgag
```

```
661     tacagaagag  gagagcggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagata  tgtggaggaa
721     caccagtggc  gaaggcggct  ctctggtctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg
781     agcgaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttag
841     ggggtttccg  ccccttagtg  ctgaagttaa  cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgg
901     ccgcaaggct  gaaactcaaa  agaattgacg  ggggcccgca  caagcggtgg  agcatgtggt
961     ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atcctctgac  ccctctagag
1021    atagaggttt  cccttcgggg  acagagtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt
1081    cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgaccttagt  tgccagcatt
1141    cagttgggca  ctctagggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca
1201    aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg  tacaaaggga
1261    agcgaaaccg  cgaggtgaag  caaatcccat  aaaaccattc  tcagttcgga  ttgcaggctg
1321    caactcgcct  gcatgaagcc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat
1381    acgttcccgg  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagttggcaa  cacccgaagt
1441    cggtgaggta  acc
```

四十二、中华芽胞杆菌属（*Sinibacillus*）

【属特征描述】营养细胞为革兰氏阳性，能运动，形成芽胞，杆状，单生或形成短链状。菌落小，圆形，凸起，边缘规则。中度嗜热。系统发育上，与 *Ornithinibacillus*、*Virgibacillus*、*Oceanobacillus* 和 Bacillaceae 其他属的亲缘关系较近。细胞壁肽聚糖为 A1γ 型（*meso*-二氨基庚二酸）。主要脂肪酸为 iso-支链脂肪酸和 anteiso-支链脂肪酸，anteiso-$C_{15:0}$ 含量最高，iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$ 含量中等。主要呼吸醌为 MK-7。极性脂为二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油。DNA 的 G+C 含量为 43.7 mol%～44.1 mol%。模式种为 *Sinibacillus soli*。**★属名释意：***Sinibacillus* 中 *Sinae* 为中国、中华之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为中华芽胞杆菌属（Si.ni.ba.cil′lus. N.L. fem. pl. n. *Sinae* China; L. dim. n. *bacillus* a small rod; N.L. masc. n. *Sinibacillus* a rodshaped microbe isolated from China）。

436. *Sinibacillus soli*（土壤中华芽胞杆菌）

【种类编号】1-42-1。*Sinibacillus soli* Yang and Zhou，2014，sp. nov.（土壤中华芽胞杆菌）。**★模式菌株：**GD05 = CCTCC AB 2013105 = KCTC 33117。**★16S rRNA 基因序列号：**KC404830。**★种名释意：***soli* 为土壤之意，故其中文名称为土壤中华芽胞杆菌（so′li. L. neut. gen. n. *soli* of soil，the source of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $GD05^T$ 从热带森林土壤样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性菌，杆状［（0.3～0.5）μm×（1.4～3.2）μm］，靠周生鞭毛运动，肿胀的胞囊端生球形至椭圆形芽胞，厌氧，在 TSA 培养基上 50℃培养 48 h，菌落为圆形、凸起、完整、光滑、奶油色。**★生理特性：**菌株 $GD05^T$ 生长温度为 30～63℃（最适 50℃），pH 为 7.0～9.0（最适 pH 为 8.0），盐浓度为 0.5%～6%（w/v），最适盐浓度为 1%～1.5%（w/v）。在血液培养基上 50℃培养 2 d 出现红细胞溶解。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。V-P 反应、产 H_2S 和吲哚为阴性。硝酸盐不能还原为亚硝酸盐。不能利用柠檬酸盐。下列反应呈阴性：β-牛乳糖苷酶、脲酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧

酶、色氨酸脱氨酶。能水解明胶和七叶苷，不能水解淀粉和酪蛋白。下列化合物可被用作唯一碳源和能源：丙酮酸盐、D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、肌糖和 D-果糖。而下列化合物则不能被用作唯一碳源和能源：乙酸盐、乳酸盐、蔗糖、D-甘露醇或棉籽糖。硫酸铵和氯化铵能被用作氮源，而 L-丙氨酸、L-精氨酸、L-天冬酰胺、L-半胱氨酸、L-甘氨酸、L-丝氨酸、L-脯氨酸、L-缬氨酸和 L-组氨酸不能被用作氮源。API 50 CHB 试验显示，能由下列化合物产酸：D-核糖、D-木糖、L-木糖、D-山梨醇、N-乙酰氨基葡糖、七叶苷、柠檬酸铁、D-己酮糖、5-酮基葡萄糖酸钾，而 D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-半乳糖、D-果糖、L-山梨糖和肌糖产酸性不稳定，其他碳水化合物不能产酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油。肽聚糖类型为 A1γ。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 43.7 mol%～44.1 mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示菌株 GD05^T 隶属于 Bacillaceae 科，但与相关属成员的同源性低于 95%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc　gcgggaagcc　ggacagatcc
61　cttcggggtg　acgaccggtg　gaacgagcgg　cggatgggtg　agtaacacgt　gggcaacctg
121　cctgtaagcc　tgggataact　cgcggaaacg　cgagctaata　ccggatgcgc　cttttgttcg
181　catgaacgaa　aggtaaaagg　cggcttttgc　tgtcacttac　agatgggccc　gcggcgcatt
241　agctagttgg　tgaggtaacg　gctcaccaaa　gcgacgatgc　gtagccgacc　tgagagggtg
301　atcggccaca　ctgggactga　gacacggccc　agactcctac　gggaggcagc　agtagggaat
361　cttccgcaat　ggacgaaagt　ctgacggagc　gacgccgcgt　gagtgatgaa　ggtcttcgga
421　tcgtaaaact　ctgttgttag　ggaagaataa　gtataaggcg　aataacctta　taccttgacg
481　gtacctaacc　agaaagcccc　ggctaactac　gtgccagcag　ccgcggtaat　acgtaggggg
541　cgagcgttgt　ccggaattat　tgggcgtaaa　gggtgcgtag　gcggtctctt　aagtctgatg
601　tgaaagccca　cggcttaacc　gtggagggtc　attggaaact　gggagacttg　agtgcagaag
661　aggagagtgg　aattccatgt　gtagcggtga　aatgcgtaga　gatatggagg　aacaccagtg
721　gcgaaggcga　ctctctggtc　tgtaactgac　gctgaggcac　gaaagcgtgg　ggagcaaaca
781　ggattagata　ccctggtagt　ccacgccgta　aacgatgagt　gctaggtgtt　agggggtttc
841　cacccсttag　tgctgcagtt　aacgcattaa　gcactccgcc　tggggagtac　ggccgcaagg
901　ctgaaactca　aaagaattga　cgggggcccg　cacaagcggt　ggagcatgtg　gtttaattcg
961　aagcaacgcg　aagaacctta　ccaggtcttg　acatcccgct　gaccgctatg　gagacatagc
1021　tttcccttcg　gggacagcgg　tgacaggtgg　tgcatggttg　tcgtcagctc　gtgtcgtgag
1081　atgttgggtt　aagtcccgta　acgagcgcaa　cccttgacat　tagttgccag　cattcagttg
1141　ggcactctaa　tgtgactgcc　ggtgacaaac　cggaggaagg　tggggatgac　gtcaaatcat
1201　catgcccctt　atgacctggg　ctacacacgt　gctacaatgg　atggtacaac　gggcagcgaa
1261　gcggtgacgt　ggagcaaatc　cctgaaagcc　attctcagtt　cggattgtag　gctgcaactc
1321　gcctacatga　agcaggaatc　gctagtaatc　gcggatcagc　atgccgcggt　gaatacgttc
1381　ccgggccttg　tacacaccgc　ccgtcacacc　acgagagttg　gtaacacccg　aagtcggtga
1441　ggtaaccatt　tggagccagc　cgccgaaggt　gggaccaatg　attggggtg

四十三、易弯盐芽胞杆菌属（*Streptohalobacillus*）

【属特征描述】革兰氏阳性，兼性厌氧，不形成芽胞，杆状，单个或成对或以短链形

式出现，细胞通过周生鞭毛移动，无糖条件能生长，在厌氧发酵下蔗糖主要代谢产物为乙酸盐、乙醇、乳酸。过氧化氢酶为阴性反应，氧化酶为阳性反应；硝酸盐还原成亚硝酸盐；细胞壁的肽聚糖类型为 A1γ，含 *meso*-二氨基庚二酸；主要呼吸醌为 MK-6；细胞的主要脂肪酸为 $C_{16:0}$、anteiso-$C_{13:0}$ 和 antiso-$C_{15:0}$。模式种为 *Streptohalobacillus salinus*。**★属名释意：***Streptohalobacillus* 中 *streptos* 为易弯之意，*hals* 为盐之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为易弯盐芽胞杆菌属[Gr. adj. *streptos*，pliant，bent；Gr. n. *hals halos*，salt；L. masc. n. *bacillus*，stick，a small rod；N.L. masc. n. *Streptohalobacillus*，a pliant or bent，salt（-loving）rod]。

437. *Streptohalobacillus salinus*（咸易弯盐芽胞杆菌）

【种类编号】1-43-1。*Streptohalobacillus salinus* Wang et al.，2011，sp. nov.（咸易弯盐芽胞杆菌）。**★模式菌株：**H96B60 = DSM 22440 = CGMCC 1.7733。 **★16S rRNA 基因序列号：**FJ746578.1。**★种名释意：***salinus* 为盐之意，故其中文名称为咸易弯盐芽胞杆菌（sa.li′nus. N.L. masc. adj. *salinus*，salted，salty）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 H96B60^T 从我国柴达木盆地盐湖土壤样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性菌，杆状 [（0.2～0.4）μm ×（2.0～8.0）μm]，不形成芽胞，可运动，中度嗜盐，呈现单独短杆状，在 GM 培养基上 37℃培养 4 d，菌落圆形、白色、不透明、轻微凸起，直径为 0.2～0.4 mm。**★生理特性：**菌株 H96B60^T 生长的温度为 20～40℃（最适温度为 37℃），生长的 pH 为 6.5～9.0（最适 pH 为 7.5），生长的盐浓度是 0～20%（w/v）（最适 7%）。对下列物质敏感：氨苄西林、青霉素、头孢唑啉、庆大霉素、链霉素、四环素、氯霉素、克林霉素、红霉素、诺氟沙星、万古霉素、环丙沙星、卡那霉素、新生霉素、多黏菌素、利福平、大观霉素、交沙霉素、杆菌肽、新霉素。**★生化特性：**甲基红、淀粉酶、支链淀粉酶、β-葡萄糖苷酶为阳性。产 H_2S 和吲哚、V-P 反应、脲酶、蛋白酶、脂肪酶、DNA 酶、磷酸酶和明胶酶为阴性。由下列物质能产酸：甘油、D-木糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露醇、D-甘露糖、N-乙酰氨基葡糖、苦杏仁苷、水杨苷、七叶苷、纤维二糖、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、苦杏仁糖、松二糖、D-阿糖醇、5-酮基葡萄糖酸钾。不能由下列物质产酸：L-阿拉伯糖、D-半乳糖、D-山梨糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、熊果苷、蜜二糖、D-山梨醇、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、D-核糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、半乳糖醇、肌糖、甲基-α-D-吡喃葡萄糖、菊糖、乳糖、来苏糖、D-己酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷。**★化学特性：**细胞壁的肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-6。主要脂肪酸为 $C_{16:0}$、anteiso-$C_{13:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 36.2 mol%。16S rRNA 基因序列系统发育树分析表明，菌株 H96B60^T 与 Bacillaceae 成员关系最近，与 *Halolactibacillus* 模式菌株的同源性达 96.1%～96.4%，与 Bacillaceae 其他产芽胞的嗜盐或耐盐成员同源性低于 95.1%，如与 *Amphibacillus* 模式菌株的同源性为 93.6%～95.1%，与 *Paraliobacillus* 模式菌株的同源性为 95.1%～95.3%，与 *Gracilibacillus* 模式菌株的同源性为 94.2%～94.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gctatacatg cagtcgagcg caggaagcta aacggacccc ttcggggtga agcttagtgg
61    aatgagcggc ggacgggtga gtaacacgtg ggcaacctac ctgtaagact gggataactc
```

121 atggaaacgt gagctaatac cggataagac atcgcttcac atgaagggat gatgaaagat
181 ggctccggct atcacttaca gatgggcccg cggcgcatta gctagttggt agggtaatgg
241 cctaccaagg caacgatgcg tagccgacct gagagggtga tcggccacac tgggactgag
301 acacggccca gactcctacg ggaggcagca gtagggaatc ttccgcaatg gacgaaagtc
361 tgacggagca acgccgcgtg aacgatgaag gttttcggat cgtaaagttc tgttgttagg
421 gaagaacacg taccgttcga atagggcggt atcttgacgg tacctaacga gaaagccccg
481 gctaactacg tgccagcagc cgcggtaata cgtagggggc aagcgttgtc cggaattatt
541 gggcgtaaag cgcgcgcagg cggttcttta agtctgatgt gaaatcttgc ggctcaaccg
601 taagcggtca ttggaaactg gagaacttga gtacagaaga ggagagtgga atttccatgt
661 gtagcggtga aatgcgtaga tatatggagg aacaccagtg gcgaaggcga ctctctggtc
721 tgtaactgac gctgaggcgc gaaagcgtgg ggagcaaaca ggattagata ccctggtagt
781 ccacgccgta aacgatgagt gctaggtgtt agggggtttc cgcccettag tgctgcagtt
841 aacgcattaa gcactccgcc tggggagtac ggccgcaagg ctgaaactca aaagaattga
901 cggggacccg cacaagcggt ggagcatgtg gtttaattcg aagcaacgcg aagaacctta
961 ccaggtcttg acatcctctg ataccccctag agatagggca ttcccttcgg ggacagagtg
1021 acaggtggtg catggttgtc gtcagctcgt gtcgtgagat gttgggttaa gtcccgcaac
1081 gagcgcaacc cttgatctta gttgccagca ttcagttggg cactctaagg tgactgccgg
1141 tgacaaaccg gaggaaggtg gggatgacgt caaatcatca tgccccttat gacctgggct
1201 acacacgtgc tacaatggat ggtacaaagg gccgcgaaac cgcgaggtca agcaaatccc
1261 ataaaaccat tctcagttcg gattgtaggc tgcaactcgc ctacatgaag ccggaatcgc
1321 tagtaatcgt ggatcagcat gccacggtga atacgttccc gggtcttgta cacaccgccc
1381 gtcacaccac gagagtttgt aacacccgaa gtcggtgagg taacctttta ggagccagcc
1441 gccgaaggtg ggacgaatga ttggggtgaa gtcgtaacaa g

四十四、细纤芽胞杆菌属（*Tenuibacillus*）

【属特征描述】细胞杆状［（0.3～0.5）μm ×（2.0～6.0）μm］、革兰氏阳性、好氧、有机营养型、以单极鞭毛运动，形成芽胞、球形、端生、胞囊膨大。无 NaCl 时菌株不生长。硝酸钠不能被还原成亚硝酸钠；过氧化氢酶和氧化酶为阳性反应；磷酸酯酶和纤维素酶为阴性反应；产 H_2S；不产 NH_3；甲基红和 V-P 反应为阴性；细胞的主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。DNA 的 G+C 含量是 36.5 mol%～37 mol%。细胞壁肽聚糖类型为 *meso*-二氨基庚二酸。模式种为 *Tenuibacillus multivorans*。**★属名释意：***Tenuibacillus* 中 *tenuis* 为纤细之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为细纤芽胞杆菌属（L. adj. *tenuis*，slender，fine，thin；L. masc. n. *bacillus*，a small staff，a wand；N.L. masc. n. *Tenuibacillus*，a slender rod）。

438. *Tenuibacillus halotolerans*（耐盐细纤芽胞杆菌）

【种类编号】1-44-1。*Tenuibacillus halotolerans* Gao et al.，2013，sp. nov.（耐盐细纤芽胞杆菌）。**★模式菌株：**YIM 94025 = CCTCC AB 2012860 = KCTC 33046。**★16S rRNA 基因序列号：**JQ995150.1。**★种名释意：***halotolerans* 中 *hals* 为盐之意，*tolerans* 为耐受之意，故其中文名称为耐盐细纤芽胞杆菌（ha.lo.to′le.rans. Gr. n. *hals* salt；L. part. adj.

tolerans tolerating；N. L. part. adj. *halotolerans* salt tolerating，referring to the organism's ability to tolerate high salt concentrations）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 YIM 94025T 从我国新疆盐湖样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性菌，中度嗜盐，长杆状，需氧；在 TSB 培养基上 37℃培养 3 d，菌落圆形、扁平、光滑、透明、浅黄色。**★生理特性：**菌株 YIM 94025T 生长的温度为 25～45℃（最适温度为 37℃），生长的 pH 为 6.0～10.0（最适 pH 为 8.0），生长的盐浓度是 0～22%（w/v）（最适 2%～10%）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。产 H_2S。硝酸盐还原为阳性。不能水解淀粉、明胶、七叶苷、葡聚糖和吐温 20、吐温 60、吐温 80。甲基红和 V-P 反应为阴性。API 50 CHB 试验表明，所有碳水化合物不产酸。下列化合物可被利用作为唯一碳源和能源或碳源、氮源和能源：纤维二糖、已六醇、D-果糖、D-葡萄糖、甘油、D-甘露醇、肌醇、棉籽糖、柠檬酸盐、D-山梨醇、蔗糖和木糖醇。而下列化合物不能被利用作为碳源和能源：L-丙氨酸、天冬酰胺、L-精氨酸、D-半乳糖、L-谷氨酸、甘氨酸、L-组氨酸、L-羟基脯氨酸、L-异亮氨酸、鸟氨酸、D-乳糖、L-亮氨酸、L-赖氨酸、麦芽糖、D-甘露醇、L-甲硫氨酸、L-苯丙氨酸、L-脯氨酸、L-鼠李糖、L-丝氨酸、L-苏氨酸、海藻糖。**★化学特性：**细胞壁的肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要极性脂包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰肌醇、一种未鉴定的磷脂和一种未知脂质。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、及 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 38.5 mol%。16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示，菌株 YIM 94025T 与 *Tenuibacillus multivorans* AS 1.3442T 的同源性达到了 98.0%，与 *Filobacillus milensis* DSM 13259T、*Piscibacillus halophilus* HS224T 及 *Aquisalibacillus elongates* SH4sT 的同源性低于 98.0%。YIM 94025T 和 *T. multivorans* AS 1.3442T 的 DNA-DNA 杂交关联度为（36.6±4.5）%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gagtttgatc  ctggctcagg  acgaacgctg  gcggcgtgcc  taatacatgc  aagtcgagcg
61    cgggaagcag  actgaatcct  tcgggaggac  gtctgtggaa  cgagcggcgg  acgggtgagt
121   aacacgtggg  caacctgcct  gtaagactgg  gataactccg  ggaaaccggg  gctaataccg
181   gataactcat  cgaatcgcat  gattcgatgt  tgaaaggtgg  catatgctat  cacttacaga
241   tgggcccgcg  gcgcattagc  tagttggtgg  ggtaacggcc  taccaaggcc  acgatgcgta
301   gccgacctga  gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg
361   aggcagcagt  agggaatcat  ccgcaatgga  cgaaagtctg  acggtgcaac  gccgcgtgag
421   tgaggaaggt  cttcggatcg  taaaactctg  ttgttagaga  agaacaagtg  ctgttcgaat
481   aggtcagcac  cttgacggta  cctaaccaga  aagccacggc  taactacgtg  ccagcagccg
541   cggtaatacg  taggtggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg
601   gttccttaag  tctgatgtga  aagcccacgg  ctcaaccgtg  gagggtcatt  ggaaactggg
661   ggacttgagt  acagaagagg  agagcggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagatat
721   gtggaggaac  accagtggcg  aaggcggctc  tctggtctgt  gactgacgct  gaggcgcgaa
781   agcgtgggga  gcgaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct
841   aggtgttagg  ggtttccacc  cttagtgctg  cagttaacgc  aataagcact  ccgcctgggg
901   agtacggccg  caaggctgaa  actcaaagga  attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc
961   atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ttcggaccac
1021  cctagagata  gggtcttccc  ttcggggacc  gaatgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag
```

1081 ctcgtgtcgt gagatgttgg gttaagtccc gcaacgagcg caacccttga tcttagttgc
1141 cagcatttag ttgggcactc taaggtgact gccggtgaca aaccggagga aggtggggat
1201 gacgtcaaat catcatgccc cttatgacct gggcaacaca cgtgctacaa tggatggtac
1261 aatgggcagc gaaaccgcga ggtgaagcaa atcccaaaaa gccattctca gttcggattg
1321 taggctgcaa ctcgcctgca tgaagccgga atcgctagta atcgcggatc agcatgccgc
1381 ggtgaatacg ttcccgggcc ttgtacacac cgcccgtcac accacgagag ttggcaacac
1441 ccgaagtcgg tggagtaacc ttttggagct agccgccgaa ggtggggcca atgattgggg
1501 tgaagtcgta acaaggtagc cgtatcggaa ggtgcggct

439. *Tenuibacillus multivorans*（多食细纤芽胞杆菌）

【种类编号】1-44-2。*Tenuibacillus multivorans* Ren and Zhou，2005，sp. nov.（多食细纤芽胞杆菌）。**★模式菌株：**28-1 = AS 1.3442 = NBRC 100370。**★16S rRNA 基因序列号：**AY319933。**★种名释意：***multivorans* 中 *multus* 为多之意，*vorans* 为吞食之意，故其中文名称为多食细纤芽胞杆菌（L. adj. *multus*，many；L. part. adj. *vorans*，devouring；N.L. part. adj. *multivorans*，devouring numerous kinds of substrates）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 28-1^T 和 28-4 是从我国新疆中度盐湖中的土壤中分离出来的。**★形态特征：**新鲜培养的菌革兰氏反应呈阳性，培养时间延长则革兰氏反应易发生变化。氢氧化钾反应阴性。细胞以单生鞭毛运动。培养 2 d 后形成的菌落直径为 1～2 mm、呈圆形、透明、凸起，HM 培养基上形成的菌落从中心向外变成棕色。**★生理特性：**生长的 NaCl 浓度是 1%～20%，菌株 28-1^T 和 28-4 的最适生长 NaCl 浓度分别是 5%和 8%。20℃或 37℃富营养培养基上无 NaCl 时菌株不生长。生长的温度和 pH 分别是 21～42℃和 6.5～9.0；最适生长温度和 pH 分别是 36～41℃和 7.0～8.0。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能利用所有测试的单糖、多糖和糖醇但不产酸，包括下列化合物：阿拉伯糖、木糖、D-果糖、葡萄糖、D-甘露糖、鼠李糖、DL-山梨糖、纤维二糖、D-半乳糖、乳糖、麦芽糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、松三糖、D-棉籽糖、菊糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、甘油、肌醇、甘露醇和水杨苷。能水解明胶、酪蛋白、七叶苷、吐温 40 和吐温 60，不能水解淀粉、吐温 20 和吐温 80。**★化学特性：**细胞的主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（35.2%）、iso-$C_{15:0}$（27.0%）和 anteiso-$C_{17:0}$（12.3%）。**★分子特性：**基于 16S rRNA 的序列分析显示，菌株 28-1^T 与 *Filobacillus milensis* DSM 13259^T（97.0%）和 *Bacillus haloalkaliphilus* DSM 5271^T（95.7%）的亲缘关系最近。16S rRNA 的序列与其他芽胞杆菌种类的同源性不超过 94.1%。16S rRNA 基因序列如下。

1 gcacgctggc ggcgtgccta atacatgcaa gtcgagcgcg ggaagcagac agaatccttc
61 gggaggacgt ctgtggaacg agcggcggac gggtgagtaa cacgtgggca acctgcctgt
121 aagactggga taactccggg aaaccggggc taataccgga taattcatcg aatcgcatga
181 ttcgatgttg aaaggtggca tatgctacta cttacagatg ggcccgcggc gcattagtta
241 gttggtgggg taaaagccta ccaaggccac gatgcgtagc cgacctgaga gggtgatcgg
301 ccacactggg actgagacac ggcccagact cctacgggag gcagcagtag ggaatcatcc
361 gcaatggacg caagtctgac ggtgcaacgc cgcgtgagtg aggaaggtct tcggatcgta
421 aaactctgtt gttagagaag aacaagtacc gttcgaatag ggcggtacct tgacggtacc
481 ttaaccagaa agccacggct aactacgtgc cagcagccgc ggtaatacgt aggtggcaag

```
541    cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagggc  gcgcaggcgg  ttccttaagt  ctggtgtgac
601    agcccacggc  tcaaccgtgg  agggtcatcg  gaaactgggg  aacttgagta  cagaagagga
661    gagcggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagatatg  tggaggaaca  ccagtggcga
721    aggcggctct  ctggtctgtg  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtgggtag  cgaacaggat
781    tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  ggtgttaggg  gtttccaccc
841    ttagtgctgc  agttaacgca  ataagcactc  cgcctgggga  gtacggccgc  aaggctgaaa
901    ctcaaaggaa  ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca  tgtggtttaa  ttcgaagcaa
961    cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatct  tcggaccacc  ctagagatag  ggtcttccct
1021   tcggggaccg  aatgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg
1081   ttaagtcccg  taacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc  agcattgagt  tgggcactct
1141   aaggtgactg  ccggtgacaa  atcggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccc
1201   ttatgacctg  ggcaacacac  gtgctacaat  ggatggtaca  atgggcagcg  aagccgtgag
1261   gtgaagcaaa  tcccaaaaag  ccattctcag  ttcggattgt  aggctgcaac  tcgcctgcat
1321   gaagccggaa  tcgctagtaa  tcgtggatca  gcatgccacg  gtgaatacgt  tcccgggcct
1381   tgtacacacc  gcccgtcaca  ccacgagagt  tggcaacacc  cgaagtcggt  ggagtaacct
1441   tttggagcta  gccgccgaag  gtggggccaa  gtattgggg
```

四十五、微温芽胞杆菌属（*Tepidibacillus*）

【**属特征描述**】营养细胞为杆状，能运动，细胞壁为革兰氏阳性结构，形成芽胞。厌氧和微需氧；嗜热；化能有机营养型；能以硝酸盐、硫代硫酸盐和元素硫作为电子供体氧化有机底物。能发酵单糖和二糖。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 $C_{16:0}$、iso-$C_{16:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{14:0}$。主要极性脂为磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰丝氨酸和两种未知磷脂。模式种为 *Tepidibacillus fermentans*。★**属名释意**：*Tepidibacillus* 中 *tepidus* 为温暖之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为微温芽胞杆菌属（Te.pi.di.ba.cil'lus. L. adj. *tepidus*，warm，L.masc. n. *bacillus* small rod，N.L. masc. n. *Tepidibacillus*，a small rod from a warm habitat）。

440. *Tepidibacillus fermentans*（发酵微温芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-45-1。*Tepidibacillus fermentans* Slobodkina et al.，2014，sp. nov.（发酵微温芽胞杆菌）。★**模式菌株**：STGH = DSM 23802 = VKM B-2671。★**16S rRNA 基因序列号**：NR125657。★**种名释意**：*fermentans* 为发酵之意，故其中文名称为发酵微温芽胞杆菌（L. part. adj. *fermentans*，fermenting）。

【**种类描述**】★**菌株来源**：菌株 $STGH^T$ 从俄国地下储存气体样品中分离而来。★**形态特征**：革兰氏阳性菌，中度适温，形成芽胞，可运动，直杆状，直径 0.3 μm，长度为 2.0～4.0 μm。★**生理特性**：在有氧条件下不能生长，在微含氧条件下（空气氧容量低于 10%）能生长；菌株 $STGH^T$ 生长的温度为 36～65℃（适宜温度为 50～52℃），生长的 pH 为 5.5～8.0（适宜 pH 为 7.0～7.5），生长的盐浓度是 0～4.0%（w/v）（最适为 1.0%）。★**生化特性**：在厌氧条件，利用复杂蛋白质类化合物、有机酸、碳水化合物作为电子给体进行硝酸盐、硫代硫酸盐和蒽醌-2,6-二磺酸盐（AQDS）还原反应。硝酸盐还原成亚硝酸盐。

硫代硫酸盐还原成硫化物。能发酵丙酮酸盐、葡萄糖、果糖和麦芽糖。葡萄糖发酵的终产物是琥珀酸盐、乳酸盐和乙酸盐，不产生氢气。乙酸盐、丙酸盐、丁酸盐、甲酸盐、柠檬酸盐、甲醇、乙醇、甘油、蔗糖、木糖、纤维二糖、阿拉伯糖、乳糖、半乳糖、淀粉不被利用。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂化合物包括磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰丝氨酸和两种磷脂质。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$和 iso-$C_{14:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 34.8 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 $STGH^T$ 属于 Bacilli 的成员，是新属 *Tepidibacillus* gen. nov.的成员。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gctcaggacg  aacgctggcg  gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgaatgaca  ggtgtcagat
61      atcagaggcc  agaggtcaga  gtgaatgacc  tttcgaggaa  gtaaaacgga  tttgaaagta
121     aacatcgtag  tattgctttc  atccggcttc  cggtttccga  tatctgacat  ctggaatggc
181     ggacgggtga  gtaacacgtg  ggcaacctgc  ctgtaagact  gggataacct  cgggaaaccg
241     aagctaatac  cagatagata  cgaaatccgc  atggatttcg  taagaaaggt  ggcgcaagct
301     accacttaca  gatgggcccg  cggcgcatta  gctagttggt  agggtaacgg  cctaccaagg
361     cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca
421     gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca
481     acgccgcgtg  agtgatgaag  gtcttcggat  tgtaaaactc  tgtcattagg  gaagaacaag
541     tacaggatga  acaagcctgt  acctgacggt  acctaaggag  gaagccccgg  ctaactacgt
601     gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc
661     gcgcgcaggc  ggttctttaa  gtctgatgtg  aaagcccacg  gctcaaccgt  ggagggtcat
721     tggaaactgg  aggacttgag  tgcaggagag  ggaagcggaa  ttccatgtgt  agcggtgaaa
781     tgcgtagaga  tatggaggaa  caccagtggc  gaaggcggct  tcctggcctg  taactgacgc
841     tcaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa
901     cgatgagtgc  taggtgttag  gggtttcgac  acccttagtg  ccgaagttca  cacattaagc
961     actccgcctg  gggagtacgg  ccgcaaggct  gaaactcaaa  ggaattgacg  ggggcccgca
1021    caagcagtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc  agggcttgac
1081    atcccactga  ccgatctaga  gataggtttt  tcccttcggg  gacagtggtg  acaggtggtg
1141    catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc
1201    cttaatctta  gttgccagca  ttgagttggg  cactctaagg  tgactgccgg  tgacaaaccg
1261    gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat  gtcctgggct  acacacgtgc
1321    tacaatggct  ggtacaaagg  gtagcgaaac  cgtgaggtga  agccaatccc  aaaaagccag
1381    tctcagttcg  gattgtaggc  tgcaactcgc  ctacatgaag  ccggaattgc  tagtaatcgc
1441    ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc  gggccttgta  cacaccgccc  gtcacaccac
1501    gagagtttgc  aacacccgaa  gtcggtgagg  taaccgcaag  gagccagccg  ccgaaggtgg
1561    ggcagatgat  tggggtgaag  tcgtaacaa
```

四十六、土地芽胞杆菌属（*Terribacillus*）

【属特征描述】营养细胞为革兰氏阳性，不运动，好氧，杆状。芽胞椭圆形，次端生，胞囊膨胀。菌落圆形，凸起。过氧化氢酶为阳性。不产 H_2S 和吲哚，产 3-羟基丁酮。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。能水解明胶。脲酶和 β-半乳糖苷酶为阴性。DNA 的 G+C

含量为 44 mol%～46 mol%。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。模式种为 *Terribacillus saccharophilus*。**★属名释意：***Terribacillus* 中 *terra* 为土地之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为土地芽胞杆菌属[L. n. *terra*，earth；L. masc. n. *bacillus*，a small staff；N.L. masc. n. *Terribacillus*，earth（soil）bacillus（rod）]。

441. *Terribacillus aidingensis*（艾丁湖土地芽胞杆菌）

【种类编号】1-46-1。*Terribacillus aidingensis* Liu et al.，2010，sp. nov.（艾丁湖土地芽胞杆菌）。**★模式菌株：**YI7-61 = CGMCC 1.8913 = NBRC 105790。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ386524。**★种名释意：***aidingensis* 意为模式菌株分离自我国新疆艾丁盐湖，故中文名称为艾丁湖土地芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *aidingensis*，from Aiding salt lake，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 YI7-61^T、IA7 和 DB2 是从我国新疆地区盐湖沉积物中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状 [（0.3～0.7）μm ×（1.2～3.5）μm]、革兰氏阳性、单生、成对或短链状生长、以周生鞭毛运动，形成芽胞、中生（大部分）、次端生（偶然）、胞囊不膨大。培养 3 d 后形成的菌落直径为 1～3 mm、菌落呈圆形、光滑、全缘、凸起、浅黄色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 4～48℃、5～9 及 0.5%～21%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30～37℃、6～7 及 3%～7%（w/v）。**★生化特性：**脲酶和氧化酶为阳性，过氧化氢酶、β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶为阴性。能水解吐温 80、明胶和酪蛋白，不能水解酪氨酸。不能还原硝酸盐，不能利用柠檬酸盐，不产吲哚和 H_2S，V-P 反应为阴性。利用下列化合物产酸：N-乙酰氨基葡萄糖、七叶苷、苦杏仁苷、熊果苷、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、苦杏仁糖、D-葡萄糖、乳糖、D-甘露醇、蜜二糖、棉籽糖、海藻糖和蔗糖。不能利用下列化合物产酸：DL-阿拉伯糖、DL-岩藻糖、D-来苏糖、麦芽糖、D-甘露糖、松三糖、L-鼠李糖、D-核糖、L-山梨糖、淀粉、D-己酮糖、松二糖、DL-木糖、葡萄糖酸、糖原、菊糖、水杨苷、D-核糖醇、半乳糖醇、DL-阿糖醇、赤藓糖醇、甘油、肌醇、D-山梨醇、木糖醇、甲基-α-D-葡萄糖苷、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-β-D-木糖苷、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**细胞壁中的二氨基酸是 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 中 G+C 含量为 44.6 mol%～45.0 mol%。16S rRNA 的序列分析显示，细菌 YI7-61^T、IA7 和 DB2 与 *Terribacillus* 亲缘关系很相近，与 *T. halophilus* 002-051^T、*T. saccharophilus* RB589 和 *T. goriensis* CL-GR16^T 的 16S rRNA 的序列同源性分别达 96.8%～97.6%、96.4%～97.2% 和 95.4%～95.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tggggccggc  ctgcatatac  atgcaagtcg  agcgcaggaa  gctagatgac  cccttcgggg
61    tgattctagt  ggaatgagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  tgggcaacct  gcctgtaaga
121   ctgggataac  tccgggaaac  cggggctaat  accggatagt  attttctttc  tcctgattga
181   aaatggaaag  acggtttcgg  ctgtcactta  cagatgggcc  cgcggtgcat  tagctagttg
241   gtggggtaat  ggcccaccaa  ggcgacgatg  catagccgac  ctgagagggt  gatcggccac
301   actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  tcttccgcaa
361   tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagcgatga  aggccttcgg  gtcgtaaagc
```

```
421    tctgttgtca  gggaagaaca  agtacgagag  taactgctcg  taccttgacg  gtacctgacc
481    agaaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg  caagcgttgt
541    ccggaattat  tgggcgtaaa  gggcgtgtag  gcggtttctt  aagtctgatg  tgaaagccca
601    cagcttaact  gtggagggtc  attggaaact  ggggaacttg  agtgcagaag  aggagagtgg
661    aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  tatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaaggcg
721    actctctggt  ctgtaactga  cgctgaggcg  cgaaagcgtg  gggagcaaac  aggattagat
781    accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgag  tgctaggtgt  tagggggttt  ccgcccctta
841    gtgctgaagt  taacgcatta  agcactccgc  ctggggagta  cggccgcaag  gctgaaactc
901    aaaagaattg  acgggggccc  gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc  gaagcaacgc
961    gaagaacctt  accaggtctt  gacatccgct  gacaaccttg  gagacaaggc  attcccttcg
1021   gggacagcgt  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga  tgttgggtta
1081   agtcccgcaa  cgagcgcaac  ccttgattct  agttgccagc  attcagttgg  gcactctaga
1141   gtgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta
1201   tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatgga  tggtacaaag  ggcagcaaga  ccgcgaggtt
1261   aagcaaatcc  cataaaacca  ttctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg  cctgcatgaa
1321   gccggaatcg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc  cgggccttgt
1381   acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttgg  taacacccga  agtcggtgag  gtaacctttg
1441   gagccagccg  ccgaagttgg  atgccaaatt  tg
```

442. *Terribacillus goriensis*（戈里土地芽胞杆菌）

【种类编号】1-46-2。*Terribacillus goriensis*（Kim et al.，2007）Krishnamurthi and Chakrabarti，2009，comb. nov.（戈里土地芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CL-GR16 = DSM 18252 = KCCM 42329。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ519571。**★种名释意：***goriensis* 意为模式菌株分离自韩国戈里，故其中文名称为戈里土地芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *goriensis*，from Gori，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CL-GR16^T 是从韩国东海岸沿海海水中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.7）μm ×（1.5～4.0）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、以周生鞭毛运动、中度嗜盐，形成芽胞、椭球形、次端生或中生、胞囊膨大。PYA 培养基上培养 1 d 的菌落直径为 3～5 mm、呈圆形、奶白色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～43℃、5.5～9.0 及 0～14%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30℃、7.5 和 0～2%。**★生化特性：**过氧化氢酶和 DNA 酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解酪蛋白、吐温 40、吐温 60、吐温 80 和淀粉。API 20NE 结果显示，菌株能水解七叶苷、明胶和 PNPG。不产吲哚。脲酶、精氨酸双水解酶为阴性。不能还原硝酸盐。API 20E 结果显示菌株能水解明胶和 ONPG。不能利用柠檬酸盐。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、脲酶和色氨酸脱氨酶为阴性。不产 H_2S、吲哚和 3-羟基丁酮。不能利用柠檬酸盐。API 50CH 结果显示，利用下列化合物产酸：D-纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-乳糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-蜜二糖、D-棉籽糖、D-海藻糖、七叶苷、甘油、L-鼠李糖、N-乙酰氨基葡糖、苦杏仁苷、水杨苷、熊果苷、苦杏仁糖、D-己酮糖和蔗糖。不能利用下列化合物产酸：赤藓糖醇、核糖醇、甲基-β-D-木糖苷、L-山梨糖、半乳糖醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、松三糖、淀粉、糖原、木糖醇、D-松二糖、

L-来苏糖、DL-岩藻糖、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸、DL-阿拉伯糖、D-核糖、DL-木糖、肌醇、D-山梨醇、D-麦芽糖或菊糖。能利用下列化合物作为唯一碳源：柠檬酸盐、D-纤维二糖、D-半乳糖、D-甘露糖、D-棉籽糖、D-水杨苷、D-海藻糖、D-木糖、乳糖、L-抗坏血酸、L-鼠李糖、N-乙酰葡萄糖胺和丙酮酸。不能利用下列化合物：乙酸甲酯、氧代丁酸、苯甲酸盐、DL-半胱氨酸、D-果糖、D-葡萄糖、D-甘露醇、D-核糖、D-山梨醇、甘油、甘氨酸、糖原、肌醇、菊糖、L-阿拉伯糖、L-精氨酸、L-天冬酰胺、L-赖氨酸、L-鸟氨酸、L-脯氨酸、琥珀酸盐、蔗糖或酒石酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。细胞主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和一种未知的糖脂。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 43 mol%。16S rRNA 分析结果表明菌株 *Pelagibacillus goriensis* CL-GR16^{T} 与 *T. saccharophilus* 002-048^{T} 和 *T. halophilus* 002-051^{T} 的 16S rRNA 序列同源性分别为 99.8%和 98.9%，这 3 个种的亲缘关系最近，在系统发育树中形成一个分支。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 *P. goriensis* DSM 18252^{T} 与 *T. saccharophilus* JCM 21759^{T} 和 *T. halophilus* JCM 的关联度分别为 51.7%和 35.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     atgcaagtcg agcgcaggaa accagatgac cccttcgggg tgattctggt ggaatgagcg
61    gcggacgggt gagtaacacg tgggcaacct gcctgtaaga ctgggataac ttcgggaaac
121   cggagctaat accggatagt atttcctttc tcctgattgg aaatggaaag acggtttcgg
181   ctgtcactta cagatgggcc cgcggtgcat tagctagttg gtggggtaat ggcccaccaa
241   ggcgacgatg catagccgac ctgagagggt gatcggccac actgggactg agacacggcc
301   cagactccta cgggaggcag cagtagggaa tcttccgcaa tggacgaaag tctgacggag
361   caacgccgcg tgagcgatga aggccttcgg gtcgtaaagc tctgttgtta gggaagaaca
421   agtacgagag taactgctcg taccttgacg gtacctaacc agaaagcccc ggctaactac
481   gtgccagcag ccgcggtaat acgtaggggg caagcgttgt ccggaattat tgggcgtaaa
541   gggctcgtag gcggtttctt aagtctgatg tgaaagccca cagctcaact gtggagggtc
601   attggaaact ggggaacttg agtgcagaag argagagtgg aattccacgt gtagcggtga
661   aatgcgtaga tatgtggagg aacaccagtg gcgaaggcga ctctctggtc tgtaactgac
721   gctgaggagc gaaagcgtgg ggagcaaaca ggattagata ccctggtagt ccacgccgta
781   aacgatgagt gctaggtgtt agggggtttc cgccccttag tgctgaagtt aacgcattaa
841   gcactccgcc tggggagtac ggccgcaagg ctgaaactca aaagaattga cgggggcccg
901   cacaagcggt ggagcatgtg gtttaattcg aagcaacgcg aagaacctta ccaggtcttg
961   acatccgctg acaatcttgg agacaagacg ttcccttcgg ggacagcgtg acaggtggtg
1021  catggttgtc gtcagctcgt gtcgtgagat gttgggttaa gtcccgcaac gagcgcaacc
1081  cttgattcta gttgccagca ttaagttggg cactctagag tgactgccgg tgacaaaccg
1141  gaggaaggtg gggatgacgt caaatcatca tgccccttat gacctgggct acacacgtgc
1201  tacaatggat ggtacaaagg gcagcaaagt cgcgaggcta agcaaatccc ataaaaccat
1261  tctcagttcg gattgcaggc tgcaactcgc ctgcatgaag ccggaatcgc tagtaatcgc
1321  ggatcagcat gccgcggtga atacgttccc gggccttgta cacaccgccc gtcacaccac
1381  gagagttggt aacacccgaa gtcggtgagg taacctttta ggagccagcc gcc
```

443. *Terribacillus halophilus*（嗜盐土地芽胞杆菌）

【种类编号】1-46-3。*Terribacillus halophilus* An et al.，2007，sp. nov.（嗜盐土地芽胞

杆菌）。**★模式菌株：**002-051 = IAM 15310 = JCM 21760 = KCTC 13937。**★16S rRNA 基因序列号：**AB243849。**★种名释意：***halophilus* 中 *hals* 为盐之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜盐土地芽胞杆菌（Gr. n. *hals halos*，salt；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *halophilus*，salt-loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 002-051^{T} 是从日本东京多摩市农田土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.8）μm ×（2.8～4.8）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、不运动，形成芽胞、椭球形、次端生、胞囊膨大。在含 0.5 × Herbst 人工海水的胰蛋白胨大豆琼脂培养基上培养的菌落呈圆形、凸起、浅黄色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 5～45℃、5.0～10.0 及 0～19%。最适生长的 NaCl 浓度是 1%～5%。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性。不产 H_2S 和吲哚。不能还原硝酸盐。能水解明胶。产 3-羟基丁酮。脲酶和 β-半乳糖苷酶为阴性。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶为阴性。不能利用柠檬酸盐。能利用下列化合物：甘油、L-阿拉伯糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、鼠李糖、N-乙酰氨基葡糖、苦杏仁苷、熊果素、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、乳糖、蔗糖、苦杏仁糖和 D-己酮糖。不能利用下列化合物：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、L-木糖、核糖醇、甲基-β-D-木糖苷、半乳糖、山梨糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、麦芽糖、蜜二糖、海藻糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、D-松二糖、D-来苏糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾或 5-酮基葡萄糖酸钾。利用甘露醇产酸，不能利用下列化合物产酸：葡萄糖、肌醇、山梨醇、鼠李糖、蔗糖、蜜二糖、苦杏仁苷或阿拉伯糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 45.8 mol%。16S rRNA 序列比对结果表明 002-051^{T} 与 *Oceanobacillus picturae* 的 16S rRNA 序列同源性为 93.6%，与其他类群菌株的 16S rRNA 序列同源性低于 94.3%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 002-048^{T} 与 RB589 和 002-051^{T} 的关联度分别为 99.9%和 35.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcaggaaacc  agatgacccc
61    ttcggggtga  ttctggcgga  atgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctgcc
121   tgtaagactg  ggataacttc  gggaaaccgg  agctaatacc  ggatagtatt  tcctttctcc
181   tgattggaaa  tggaaagacg  gtttcggctg  tcacttacag  atgggcccgc  ggtgcattag
241   ctagttggtg  gggtaatggc  ccaccaaggc  gacgatgcat  agccgacctg  agagggtgat
301   cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct
361   tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gcgatgaagg  ccttcgggtc
421   gtaaagctct  gttgtcaggg  aagaanaagt  acaagagtaa  ctgcttgtac  cttgacggta
481   cctgaccaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  taggggcaa
541   gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaaggg  cgcgtaggcg  gtttcttaag  tctgatgtga
601   aagcccacag  cttaactgtg  gagggtcatt  ggaaactggg  gaacttgagt  gcagaagagg
661   agagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagatat  gtggaggaac  accagtggcg
721   aaggcgactc  tctggtctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcgaacagga
781   ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aggtgttagg  gggtttccgc
841   cccttagtgc  tgaagttaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggc  cgcaaggctg
```

901	aaactcaaaa	gaattgacgg	gggcccgcac	aagcggtgga	gcatgtggtt	taattcgaag
961	caacgcgaag	aaccttacca	ggtcttgaca	tccgctgaca	accttggaga	caaggcattc
1021	ccttcgggga	cagcgtgaca	ggtggtgcat	ggttgtcgtc	agctcgtgtc	gtgagatgtt
1081	gggttaagtc	ccgcaacgag	cgcaaccctt	gattctagtt	gccagcattc	agttgggcac
1141	tctagagtga	ctgccggtga	caaaccggag	gaaggtgggg	atgacgtcaa	atcatcatgc
1201	cccttatgac	ctgggctaca	cacgtgctac	aatggatggt	acaaagggca	gcaaagtcgc
1261	gaggctaagc	aaatcccata	aaaccattct	cagttcggat	tgcaggctgc	aactcgcctg
1321	catgaagccg	gaatcgctag	taatcgcgga	tcagcatgcc	gcggtgaata	cgttcccggg
1381	ccttgtacac	accgcccgtc	acaccacgag	agttggtaac	acccgaagtc	ggtgaggtaa
1441	ccttttggag	ccagccgccg	aaggtgggat	caatgattgg	ggtgaagtcg	taacaaggta
1501	gccgtatcgg	aagg				

444. *Terribacillus saccharophilus*（嗜糖土地芽胞杆菌）

【种类编号】1-46-4。*Terribacillus saccharophilus* An et al.，2007，sp. nov.（嗜糖土地芽胞杆菌）。**★模式菌株：**002-048 = IAM 15309 = JCM 21759 = KCTC 13936。**★16S rRNA 基因序列号：**AB243845。**★种名释意：***saccharophilus* 中 *sakkhar* 为糖之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜糖土地芽胞杆菌[Gr. n. *sakkhar -aros*，sugar；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *saccharophilus*，sugar-loving]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 002-048^T 从日本东京多摩市农田土壤样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（0.7～1.0）μm ×（2.3～4.8）μm]、革兰氏阳性、严格好氧、不运动，形成芽胞、椭球形、次端生、胞囊膨大。在含 0.5 × Herbst 人工海水的胰蛋白胨大豆琼脂培养基上培养的菌落呈圆形、凸起、浅黄色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 5～45℃、6.0～10.0 及 0～16%。最适生长的 NaCl 浓度是 1%～5%。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性。不产 H_2S 和吲哚。不能还原硝酸盐。能水解明胶。产 3-羟基丁酮。脲酶和 β-半乳糖苷酶为阴性。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶为阴性。不能利用柠檬酸盐。能利用下列化合物：甘油、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、鼠李糖、甘露醇、N-乙酰氨基葡萄糖、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖、苦杏仁糖和 D-己酮糖，不能利用下列化合物：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、L-木糖。核糖醇、甲基-β-D-木糖苷、山梨糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、麦芽糖、菊糖、松三糖、淀粉、糖原、木糖醇、D-松二糖、D-来苏糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾或 5-酮基葡萄糖酸钾。利用下列化合物产酸：葡萄糖、甘露糖和蔗糖。不能利用下列化合物产酸：肌醇、山梨糖、鼠李糖、蜜二糖、苦杏仁苷或阿拉伯糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 44.0 mol%。16S rRNA 序列比对结果表明，菌株 002-048^T 与 RB589 和 002-51^T 的同源性分别为 100%和 99.2%。002-048^T 和 002-051^T 与 *Oceanobacillus picturae* 菌株的 16S rRNA 序列同源性分别为 94.3%和 93.6%，

与其他类群菌株的 16S rRNA 序列同源性低于 94.3%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 002-048^{T} 与 RB589 和 002-051^{T} 的关联度分别为 99.9%和 35.4%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc	gcaggaaacc	agatgacccc
61	ttcggggtga	ttctggngga	atgagcggcg	gacgggtgag	taacacgtgg	gcaacctgcc
121	tgtaagactg	ggataacttc	gggaaaccgg	agctaatacc	ggatagtatt	tcctttctcc
181	tgattggaaa	tggaaagacg	gtttcggctg	tcacttacag	atgggcccgc	ggtgcattag
241	ctagttggtg	gggtaatggc	ccaccaaggc	gacgatgcat	agccgacctg	agagggtgat
301	cggccacact	gggactgaga	cacggcccag	actcctacgg	gaggcagcag	tagggaatct
361	tccgcaatgg	acgaaagtct	gacggagcaa	cgccgcgtga	gcgatgaagg	ccttcgggtc
421	gtaaagctct	gttgttaggg	aagaacaagt	acgagagtaa	ctgctcgtac	cttgacggta
481	cctaaccaga	aagccccggc	taactacgtg	ccagcagccg	cggtaatacg	tagggggcaa
541	gcgttgtccg	gaattattgg	gcgtaaaggg	ctcgtaggcg	gtttcttaag	tctgatgtga
601	aagcccacag	ctcaactgtg	gagggtcatt	ggaaactggg	gaacttgagt	gcagaagagg
661	agagtggaat	tccacgtgta	gcggtgaaat	gcgtagatat	gtggaggaac	accagtggcg
721	aaggcgactc	tctggtctgt	aactgacgct	gaggagcgaa	agcgtgggga	gcaaacagga
781	ttagataccc	tggtagtcca	cgccgtaaac	gatgagtgct	aggtgttagg	gggtttccgc
841	cccttagtgc	tgaagttaac	gcattaagca	ctccgcctgg	ggagtacggc	cgcaaggctg
901	aaactcaaaa	gaattgacgg	gggcccgcac	aagcggtgga	gcatgtggtt	taattcgaag
961	caacgcgaag	aaccttacca	ggtcttgaca	tccgctgaca	atcttggaga	caagacgttc
1021	ccttcgggga	cagcgtgaca	ggtggtgcat	ggttgtcgtc	agctcgtgtc	gtgagatgtt
1081	gggttaagtc	ccgcaacgag	cgcaaccctt	gattctagtt	gccagcatta	agttgggcac
1141	tctagagtga	ctgccggtga	caaaccggag	gaaggtgggg	atgacgtcaa	atcatcatgc
1201	cccttatgac	ctgggctaca	cacgtgctac	aatggatggt	acaaagggca	gcaaagtcgc
1261	gaggctaagc	aaatcccata	aaaccattct	cagttcggat	tgcaggctgc	aactcgcctg
1321	catgaagccg	gaatcgctag	taatcgcgga	tcagcatgcc	gcggtgaata	cgttcccggg
1381	ccttgtacac	accgcccgtc	acaccacgag	agttggtaac	acccgaagtc	ggtgaggtaa
1441	ccttttagga	gccagccgcc	gaaggtggga	tcaatgattg	gggtgaagtc	gtaacaaggt
1501	agccgtatcg	gaagg				

四十七、德斯科科芽胞杆菌属（*Texcoconibacillus*）

【属特征描述】营养细胞为革兰氏阳性，好氧，杆状，主要单生或成对，形成芽胞。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。唯一的呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和三种磷脂。细胞壁含 A1γ 型、A1γ′型（由甘氨酸替代 L-丙氨酸）和三种变异的 A4γ 型肽聚糖。模式种为 *Texcoconibacillus texcoconensis*。**★属名释意：** *Texcoconibacillus* 中 *Texcoco -onis* 为德斯科科湖之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为德斯科科芽胞杆菌属（N.L. n. *Texcoco -onis* lake Texcoco；L. masc. n. *bacillus*，a rod；N.L. masc. n. *Texcoconibacillus*，a rod isolated from lake Texcoco）。

445. *Texcoconibacillus texcoconensis*（本地德斯科科芽胞杆菌）

【种类编号】1-47-1。*Texcoconibacillus texcoconensis* Ruiz et al.，2013，sp. nov.（本

地德斯科科芽胞杆菌）。**★模式菌株：**13CC= JCM 17654 = DSM 24696。**★16S rRNA 基因序列号：**JM571119。**★种名释意：***texcoconensis* 意为模式菌株分离自墨西哥德斯科科湖，故其中文名称为本地德斯科科芽胞杆菌（tex.co.co.nen′sis. N.L. masc.adj. *texcoconensis*，of or belonging to lake Texcoco）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $13CC^T$ 从墨西哥德斯科科湖样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性、细胞杆状 [（0.8～2.2）μm ×（0.4～0.5）μm]、好氧、不运动，形成芽胞；在 37℃培养 1～2 d，菌落直径为 0.5～1.0 mm。**★生理特性：**菌株 $13CC^T$ 生长的温度为 25～45℃（最适 37℃），pH 为 6～10.5（最适为 8.5～9.0），盐浓度是 0～26%（w/v）（最适 9%～16%）。**★生化特性：**不能产吲哚，硝酸盐不能还原为亚硝酸盐，淀粉水解反应显阳性，不能水解明胶和酪蛋白，厌氧生长不出现精氨酸。下列底物可作唯一碳源和能源：蔗糖、葡萄糖、甘露糖和乳糖，而麦芽糖和羧甲基纤维素不能作为唯一碳源和能源。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 A1γ、A1γ′和 A4γ；主要呼吸醌为 MK-7；主要脂肪酸为 iso-$C_{14:0}$、$C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:1}$ω11c、iso-$C_{16:1}$ω7c 2-OH、$C_{15:0}$、$C_{16:0}$、isoI/anteisoB-$C_{17:0}$、iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{18:1}$ω9c、$C_{18:0}$；主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、三种不同的磷脂。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 37.5 mol%，基于 16S rRNA 基因序列分析表明，菌株 $13CC^T$ 与 *B. agaradhaerens*、*B. neizhouensis* 和 *B. locisalis* 的同源性分别为 92.35%、92.28%和 92.21%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     atctcttcgg agtgacatta gtggaacgag cggcggacgg gtgagtaaca cgtgggcaac
61    ttacctctta gactgggata acctcgggaa accggggcta ataccagatg accgattcgc
121   tcgcatgagc gaattgtaaa agttgggttt cggcctaaca ctaagggatg ggcccgcggc
181   gcattagtta gttggtgagg taatggctca ccaaggcgac gatgcgtagc cgacctgaga
241   gggtgatcgg ccacactggg actgagacac ggcccagact cctacgggag gcagcagtag
301   ggaatcatcc gcaatggacg aaagtctgac ggtgcaacgc cgcgtgagcg atgaaggtct
361   tcggattgta aagctctgtt gttagggaag aacacacttc attcaaatag ggtgaagtga
421   tgacggtacc tatcgagaaa gccccggcta actacgtgcc agcagccgcg gtaatacgta
481   gggggcaagc gttgtccgga attattgggc gtaaagggcg cgcaggcggt ctcttaagtc
541   tgatgtgaaa tctcgcggct caaccgcgag cggtcattgg aaactgggag acttgagtac
601   aggagaggaa agtggaattc ctagtgtagc ggtgaaatgc gtagatatta ggaggaacac
661   cagtggcgaa ggcgactttc tggcctgtaa ctgacgctga ggcgcgaaag cgtggggatc
721   aaacaggatt agataccctg gtagtccacg ccgtaaacgt tgagtgctag gtgttagggg
781   tttcgatacc cttagtgccg aagtaaacac attaagcact ccgcctgggg agtacgaccg
841   caaggttgaa actcaaagga attgacgggg gcccgcacaa gcagtggagc atgtggttta
901   attcgaagca acgcgaagaa ccttaccagg tcttgacatc ctctgacaac cctagagata
961   gggcgttccc cttcgggga cagagtgaca ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc
1021  gtgagatgtt gggttaagtc ccgtaacgag cgcaaccctt gaccttagtt gccagcattc
1081  agttgggcac tctagggtga ctgccggtga caaaccggag gaaggtgggg atgacgtcaa
1141  atcatcatgc cccttatgac ctgggctaca cacgtgctac aatggatggt acagagggca
1201  gcgaagccgc gaggtgaagc taatctcaaa aagccattct cagttcggat tgtaggctgc
1261  aattcgccta catgaagccg gaattgctag taatcgcgga tcagcatgcc gcggtgaata
1321  cgttcccggg ccttgtacac accgcccgtc acaccacgag agcttgtaac accc
```

四十八、深海芽胞杆菌属（*Thalassobacillus*）

【属特征描述】细胞杆状、革兰氏阳性、中度嗜盐、能运动，形成芽胞、椭球形、中生。无 NaCl 存在时菌株不生长；过氧化氢酶阳性；氧化酶和脲酶为阴性反应；硝酸盐被还原成亚硝酸盐；细胞壁肽聚糖类型为 A1γ，含有 *meso*-二氨基庚二酸；细胞的主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。模式菌株 DNA 的 G+C 含量为 42.4 mol%。模式种为 *Thalassobacillus devorans*。**★属名释意：***Thalassobacillus* 中 *thalassa* 为海洋之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为深海芽胞杆菌属（Gr. fem. n. *thalassa*，sea；L. masc. n. *bacillus*，rod；N.L. masc. n. *Thalassobacillus*，rod from the sea）。

446. *Thalassobacillus cyri*（赛勒斯王深海芽胞杆菌）

【种类编号】1-48-1。*Thalassobacillus cyri* Sánchez-Porro et al.，2009，sp. nov.（赛勒斯王深海芽胞杆菌）。**★模式菌株：**HS286 = CCM 7597 = JCM 15722。**★16S rRNA 基因序列号：**FM864226。**★种名释意：***cyri* 为赛勒斯王（波斯首位国王）之意，故其中文名称为赛勒斯王深海芽胞杆菌（L. masc. gen. n. *cyri*，of Cyrus，named after Cyrus，the first king of Persia，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 HS286^T 从伊朗豪-苏丹湖含高盐的水中分离得到。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.8）μm ×（1.3～8.5）μm］、革兰氏阳性、能运动，形成芽胞、椭球形、中生或次端生、胞囊膨大。10% HM 琼脂培养基 37℃培养 48 h 后形成的菌落直径约 2 mm、呈圆形、全缘、光滑、浅黄色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 5～45℃、7.0～9.5 和 1%～15%，最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 40℃、7.5 和 8%。对下列化合物敏感：阿莫西林（30 μg）、羧苄西林（100 μg）、庆大霉素（30 μg）、呋喃妥因（300 μg）、四环素（30 μg）、利福平（5 μg）和多黏菌素 B（100 U）。耐妥布霉素（10 μg）和卡那霉素（30 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性；能水解酪蛋白、淀粉、DNA、七叶苷和吐温 80；不能水解明胶；硝酸盐被还原成亚硝酸盐；甲基红试验为阳性；赖氨酸脱羧酶和精氨酸双水解酶为阳性反应；不产吲哚和 H_2S；V-P 反应、脲酶、β-半乳糖苷酶、鸟氨酸脱羧酶和苯丙氨酸脱氨酶反应为阴性。能利用下列化合物产酸：D-果糖、D-葡萄糖、半乳糖、D-苷露糖、麦芽糖、蜜二糖和海藻糖，但不能利用肌醇、乳糖和 D-木糖产酸。能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：D-果糖、半乳糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、D-核糖、蔗糖、甘油、丙氨酸、精氨酸、天冬酰胺、半胱氨酸、亮氨酸和脯氨酸。不能利用下列化合物作为碳源和能源：D-葡萄糖、肌醇、甘氨酸、赖氨酸、甲硫氨酸和缬氨酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$（43.8%）、iso-$C_{16:0}$（21.4%）、iso-$C_{14:0}$（9.4%）、iso-$C_{17:0}$（8.7%）和 iso-$C_{15:0}$（7.0%），主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、两种磷脂和糖脂。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 43.0 mol%。16S rRNA 基因的数据分析表明 HS286^T 与 *T. devorans* G-19^T 的同源性为 99.4%。与 *H. yeomjeoni* MSS-402^T 的同源性为 96.9%，与 *Halobacillus* 其他种的同源性为 96.7%～93.5%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 HS286^T 与 *T. devorans* G-19.1^T 的关联度为 27.3%。16S rRNA

基因序列如下。

```
1       ggctcaggnc  gaacgcnggc  ggcgtgccta  atncntncaa  gtcgagcgcg  ggaagcaagc
61      ggatcccctt  cgggggtgac  ncttgtggaa  cgagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg
121     caacctgcct  gtaagactgg  gataaccccg  ggaaaccggg  gctaataccg  gataacaccg
181     gactccacat  ggagtcgggt  tgaaagatgg  cttcttgcta  tcacttacag  atgggcccgc
241     ggcgcattag  ctagttggtg  aggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg
301     agagggtgat  cggccacact  gggactgaaa  cacggcccaa  actcctacgg  gaggcancat
361     tagggaatct  tccgcaatgg  acaaaagtct  gacggancan  cnccgcntga  acgatgaagg
421     tcttcggatc  ntaaagttct  gttgtcnggg  aaaaacaant  gccntgcnaa  tagagcggcn
481     ccttgacggt  acctgacnag  naanccccgg  ctaactacnt  gccancancc  gcggtaatac
541     ntagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggtttcttaa
601     gtctgatgtg  aaagcccacg  gctcacccgt  ggagggtcat  tggaaactgg  ggaacttgag
661     tacagaagag  gagagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagata  tgtggaggaa
721     caccagtggc  gaaggcgact  ctctggtctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg
781     agcaaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttag
841     ggggcttcca  ccccttagtg  ctgaagttaa  cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgg
901     ccgcaaggct  gaaactcaaa  ggaattgacg  ggggcccgca  caagcggtgg  agcatgtggt
961     ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atcttcggac  aaccctggag
1021    acagggcgtt  cccttcgggg  accgaatgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt
1081    cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaacccc  tgaccttagt  tgccagcatt
1141    cagttgggca  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggcggg  gatgacgtca
1201    aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg  tacaaagggc
1261    agcgaagccg  cgaggtgtag  caaatcccat  aaaaccattc  tcagttcgga  ttgcaggctg
1321    caactcgcct  gcatgaagcc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat
1381    acgttcccgg  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagttggcaa  cacccgaagt
1441    cggtgaggta  acctttatgg  agccagccgc
```

447. *Thalassobacillus devorans*（食有机物深海芽胞杆菌）

【种类编号】1-48-2。*Thalassobacillus devorans* García et al.，2005，sp. nov.（食有机物深海芽胞杆菌）。**★模式菌株：**G-19.1 = CCM 7282 = CECT 7046 = DSM 16966。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ717299。**★种名释意：***devorans* 为吞食（有机物）之意，故其中文名称为食有机物深海芽胞杆菌[L. part. adj. *devorans*，devouring（organic compounds）]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 G-19.1^{T} 是西班牙南部的含高盐环境中采集的样本通过苯酚富集分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（1.0～1.2）μm ×（2.0～4.0）μm］、以周生鞭毛运动、严格好氧、中度嗜盐，SW-10 培养基上形成的菌落呈圆形、规则、凸起、奶油白色。**★生理特性：**生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～45℃、6.0～10.0 和 0.5%～20%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 37℃、7.0 和 7.5%～10%。**★生化特性：**不能水解七叶苷；不产吲哚；甲基红和 V-P 反应为阴性；能水解明胶和吐温 80；不能水解淀粉和酪蛋白。利用下列化合物能产酸：D-葡萄糖、D-海藻糖、D-甘露糖和 D-果糖。能利用下列化合物：糊精、N-乙酰-D-葡萄糖胺、N-乙酰-D-甘露糖胺、D-果糖、α-D-葡萄糖、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-松三糖、3-甲基葡萄糖、帕拉金糖、

D-阿洛酮糖、D-山梨醇、蔗糖、D-海藻糖、乙酸、β-羟基丁酸、α-酮基-缬草酸、丙酮酸、胸苷和尿苷。不能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：α-环糊精、β-环糊精、糖原、菊糖、甘露聚糖、吐温 40、吐温 80、苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、D -阿拉伯糖醇、熊果苷、纤维二糖、L-海藻糖、D-半乳糖、D-半乳糖醛酸、龙胆二糖、D-葡萄糖酸、肌醇、α-D-乳糖、乳果糖、D-蜜二糖、甲基-α-D-半乳糖苷、甲基-β-D-半乳糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、甲基-β-D-葡萄糖苷、甲基-α-D-甘露糖苷、D-棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、水杨苷、景天庚酮糖、水苏糖、D -己酮糖、松二糖、木糖醇、D-木糖、α-羟基丁酸、γ-羟基丁酸、对-羟基苯基乙酸、α-酮戊二酸、乳酰胺、D-乳酸甲基酯、L-乳酸、D -苹果酸、L-苹果酸、丙酮酸甲酯、甲基琥珀酸、丙酸、琥珀酰胺酸、琥珀酸、N-乙酰基-L-谷氨酸、丙氨酰胺、D-丙氨酸、L-丙氨酸、L-丙氨酰甘氨酸、L-天冬酰胺、L-谷氨酸、甘氨酰 L-谷氨酸、L-焦谷氨酸、L-丝氨酸、腐胺、2,3-丁二醇、甘油、腺苷、2′-脱氧腺苷、肌苷、腺苷-5-单磷酸、胸苷-5′-一磷酸、尿苷-5′-磷酸、果糖-6-磷酸、葡萄糖-1-磷酸、葡萄糖-6-磷酸和 α-DL-甘油磷酸盐。★**化学特性：**主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。★**分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 42.4 mol%。16S rRNA 基因的数据分析显示菌株 G-19.1^{T} 与 *Halobacillus* 菌株的同源性很高（96.2%～97.0%）。与其他形成芽胞和嗜碱或嗜盐属菌株（*Virgibacillus*、*Gracilibacillus*、*Lentibacillus* 和 *Pontibacillus* 菌株及 *Filobacillus milensis*、*Bacillus haloalkaliphilus* 和 *Tenuibacillus multivorans*）的 16S rRNA 的同源性低于 95%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 G-19.1^{T} 与 *Halobacillus* 菌株的关联度低于 70%，分别是 *H. trueperi* DSM 10404^{T}，32%；*H. litoralis* DSM 10405^{T}，13%；*H. salinus* KCCM 41590^{T}，31%和 *H. karajensis* DSM 14948^{T}，25%。16S rRNA 基因序列如下。

1	ggctcaggac	gaacgctggc	ggcgtgccta	atacatgcaa	gtcgagcgcg	ggaagcaagc
61	ggatcccctt	cgggggtgac	gcttgtggaa	cgagcggcgg	acgggtgagt	aacacgtggg
121	caacctgcct	gtaagactgg	gataaccccg	ggaaaccggg	gctaataccg	gataacaccg
181	gactccacat	ggagtcgggt	tgaaagatgg	cttctggcta	tcacttacag	atgggcccgc
241	ggcgcattag	ctagttggtg	aggtaacggc	tcaccaaggc	gacgatgcgt	agccgacctg
301	agagggtgat	cggccacact	gggactgaga	cacggcccag	actcctacgg	gaggcagcag
361	tagggaatct	tccgcaatgg	acgaaagtct	gacggagcaa	cgccgcgtga	acgatgaagg
421	tcttcggatc	gtaaagttct	gttgtcaggg	aagaacaagt	gccgtgcgaa	tagagcggca
481	ccttgacggt	acctgacgag	gaagccccgg	ctaactacgt	gccagcagcc	gcggtaatac
541	gtagggggca	agcgttgtcc	ggaattattg	ggcgtaaagc	gcgcgcaggc	ggttccttaa
601	gtctgatgtg	aaagcccacg	gctcaaccgt	ggagggtcat	tggaaactgg	ggaacttgag
661	tacagaagag	gagagtggaa	ttccacgtgt	agcggtgaaa	tgcgtagata	tgtggaggaa
721	caccagtggc	gaaggcgact	ctctggtctg	taactgacgc	tgaggcgcga	aagcgtgggg
781	agcaaacagg	attagatacc	ctggtagtcc	acgccgtaaa	cgatgagtgc	taggtgttag
841	ggggcttcca	ccccttagtg	ctgaagttaa	cgcattaagc	actccgcctg	gggagtacgg
901	ccgcaaggct	gaaactcaaa	ggaattgacg	ggggcccgca	caagcggtgg	agcatgtggt
961	ttaattcgaa	gcaacgcgaa	gaaccttacc	aggtcttgac	atcttcggac	acccctggag
1021	acagggcgtt	cccttcgggg	accgaatgac	aggtggtgca	tggttgtcgt	cagctcgtgt
1081	cgtgagatgt	tgggttaagt	cccgcaacga	gcgcaacccc	tgaccttagt	tgccagcatt
1141	cagttgggca	ctctaaggtg	actgccggtg	acaaaccgga	ggaaggcggg	gatgacgtca

```
1201   aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg  tacaaagggc
1261   agcgaagccg  cgaggtgtag  caaatcccat  aaaaccattc  tcagttcgga  ttgcaggctg
1321   caactcgcct  gcatgaagcc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat
1381   acgttcccgg  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagttggcaa  cacccgaagt
1441   cggtgaggta  acctttatgg  agccagccgc  cgaaggtggg  gccaatgatt  ggggtgaagt
1501   cctaac
```

448. *Thalassobacillus hwangdonensis*（黄岛深海芽胞杆菌）

【种类编号】1-48-3。*Thalassobacillus hwangdonensis* Lee et al.，2010，sp. nov.（黄岛深海芽胞杆菌）。**★模式菌株：**AD-1 = CCUG 56607 = KCTC 13254。**★16S rRNA 基因序列号：**EU817571。**★种名释意：***hwangdonensis* 意为模式菌株分离自韩国黄岛，故其中文名称为黄岛深海芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *hwangdonensis*，of or pertaining to Hwangdo，the Korean island from where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：芽胞杆菌 AD-1^T 菌株从韩国黄海海岸潮湿的沉淀泥土中分离得到。**★形态特征：**细胞杆状［（0.3～0.7）μm ×（1.2～3.5）μm］、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭球形、次端生、胞囊膨大。MSG 琼脂培养基上 40℃培养 3 d 后形成的菌落直径为 1.2～2.0 mm、圆形、半透明、微凸、黄色。**★生理特性：**生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～47℃、6.0～9.0 和 0～20%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 40℃、7.0～7.5 和 5%～10%。菌株在添加有硝酸盐的 MSG 培养基或 MSG 培养基上能厌氧生长。对下列化合物敏感：氨苄西林、羧苄西林、头孢类、氯霉素、林可霉素、新生霉素、竹桃霉素和青霉素 G；但耐庆大霉素、卡那霉素、新霉素、多黏菌素 B、链霉素或四环素。**★生化特性：**氧化酶为阳性；精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和苯丙氨酸脱氨酶为阴性；甲基红试验为阳性；V-P 反应为阴性；不产 H_2S 和吲哚；能水解酪蛋白、DNA、吐温 20、吐温 40、吐温 60、吐温 80；不能水解七叶苷、明胶、次黄嘌呤、黄嘌呤、淀粉、L-酪氨酸和尿素；不能降解苯酚。能利用 L-阿拉伯糖、D-果糖、D-葡萄糖和麦芽糖为唯一碳源。不能利用下列化合物作为唯一碳源：纤维二糖、D-半乳糖、蔗糖、D-木糖、乙酸盐、苯甲酸盐、柠檬酸盐、甲酸盐、L-谷氨酸、琥珀酸和水杨苷。能利用下列化合物产酸：D-果糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、麦芽糖、海藻糖和纤维二糖（弱）。不能利用下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、D-半乳糖、肌醇、乳糖、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-山梨醇、蔗糖或 D-木糖。下列酶有活性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶和 α-葡萄糖苷酶；α-胰凝乳蛋白酶活性弱。下列酶无活性；酯酶（C14）、缬氨酸芳胺酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酸酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-葡萄糖胺苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。极性脂类主要包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、两种未知脂类。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 的含量约为 45.2 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 AD-1^T 与 *T. devorans* G-19.1^T 和 *T. cyri* HS286^T 的同源性分别为 98%和 97.8%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 AD-1^T 与 *T. devorans* DSM 16966^T 和 *T. cyri*

HS286^T 的关联度分别为 5%和 9%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcaggaagca  agctgatccc
61     cttcgggggt  gacgcttgtg  gaatgagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaacctg
121    cctgtaagac  tgggataact  ccgggaaacc  ggggctaata  ccgggtaata  ccagactccg
181    catggagtcg  ggttgaaaga  tggcttctcg  ctatcactta  cagatgggcc  cgcggcgcat
241    tagctagttg  gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcaacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
301    gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa
361    tcttccgcaa  tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgaacgatga  aggtcttcgg
421    atcgtaaagt  tctgttgtca  gggaagaaca  agtaccgtgc  gaatagagcg  gtaccttgac
481    ggtacctgac  cagaaagcca  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtaggtg
541    gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggtttct  taagtctgat
601    gtgaaagccc  ccggctcaac  cggggagggt  cattggaaac  tggggaactt  gagtacagaa
661    gaggagagtg  gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  atatgtggag  gaacaccagt
721    ggcgaaggcg  actctctggt  ctgtaactga  cgctgaggcg  cgaaagcgtg  gggagcgaac
781    aggattagat  accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgag  tgctaggtgt  tagggggctt
841    ccacccctta  gtgctgaagt  taacgcatta  agcactccgc  ctggggagta  cggccgcaag
901    gctgaaactc  aaaggaattg  acgggggccc  gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc
961    gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt  gacatcttcg  gaccaccctg  gagacagggt
1021   tttcccttcg  gggaccgaat  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga
1081   tgttgggtta  agtcccgcaa  cgagcgcaac  ccctgacctt  agttgccagc  attcagttgg
1141   gcactctaag  gtgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggc  ggggatgacg  tcaaatcatc
1201   atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatgga  tggtacaaag  ggcagcaaaa
1261   ccgcgaggtc  gagcaaatcc  cataaaacca  ttctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg
1321   cctgcatgaa  gccggaatcg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc
1381   cgggccttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttgg  caacacccga  agtcggtgag
1441   gtaacctttt  tggagccagc  cgccgaaggt  ggggccaatg  attggggtga  agtcgtaaca
1501   aggtagccgt  atcggaaggt  gc
```

449. *Thalassobacillus pellis*（兽皮深海芽胞杆菌）

【种类编号】1-48-4。*Thalassobacillus pellis* Sánchez-Porro et al.，2011，sp. nov.（兽皮深海芽胞杆菌）。**★模式菌株：**18OM = 18 OM = CECT 7566 = DSM 22784 = JCM 16412。**★16S rRNA 基因序列号：**FN690978。**★种名释意：***pellis* 为兽皮、皮革之意，故其中文名称为兽皮深海芽胞杆菌（L. n. *pellis -is*，hide，tanned hide，leather；L. gen. n. *pellis*，of/from hide，tanned hide，leather，isolated from salted hides that are used in the leather industry）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 18OM^T 从盐渍的兽皮样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［1.0 μm ×（1.5～6.0）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、中度嗜盐、单生或成对或短链状生长，形成芽胞、椭圆形、端生、胞囊膨大。10% HM 琼脂培养基上 37℃培养 48 h 后形成的菌落直径为 1～2 mm、圆形、全缘、光滑、凸起、浅黄色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～45℃、5.0～9.0 和 0.5%～25%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 37℃、7.5 和 10%。对下列化合物敏感：头孢噻吩（30 μg）、氯霉素（30 μg）、

红霉素（15 μg）、新生霉素（30 μg）和磺胺甲基异恶唑/甲氧苄啶（23.75μg /1.25 μg）；但耐卡那霉素（30 μg）、青霉素 G（10 U）、萘啶酮酸（30 μg）和新霉素（10 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性；能水解明胶、酪蛋白、DNA、支链淀粉和七叶苷；不能水解淀粉、吐温 80 和木聚糖；硝酸盐被还原成亚硝酸盐。能利用下列化合物产酸：D-葡萄糖、D-果糖、甘油、海藻糖、蔗糖和 D-木糖。不能利用下列化合物产酸：D-阿拉伯糖、D-半乳糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖或 D-甘露醇。不产 H_2S 和吲哚；磷酸酶无活性；不能利用柠檬酸盐；甲基红和 V-P 反应为阴性；脲酶，β-半乳糖苷酶，精氨酸、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶和苯丙氨酸脱氨酶为阴性反应；能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：纤维二糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、棉籽糖、核糖、水杨苷、蔗糖、海藻糖、D-木糖、半乳糖醇、乙醇、肌醇、D-甘露醇、D-山梨糖醇、木糖醇、乙酸盐、苯甲酸盐、柠檬酸盐、富马酸、丙酸盐和马尿酸盐。不能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：淀粉、D-阿拉伯糖、果糖、D-海藻糖、七叶苷、松三糖、丁醇、甘油、异丙醇、甲醇、甲酸盐、琥珀酸盐、戊酸盐、苹果酸盐和酒石酸盐。能利用下列化合物作为唯一碳源、氮源和能源：L-丙氨酸、L-精氨酸、苯丙氨酸、谷氨酰胺、L-丝氨酸、色氨酸、缬氨酸、L-赖氨酸、异亮氨酸和 L-苏氨酸。不能利用下列化合物作为唯一碳源、氮源和能源：天冬氨酸、L-半胱氨酸、L-甲硫氨酸和 L-鸟氨酸。**★化学特性：**细胞的主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$（57.9%）、anteiso-$C_{17:0}$（14.0%）、iso-$C_{15:0}$（10.8%）和 iso-$C_{16:0}$（8.1%）。呼吸醌为 MK-7（98.5%）和 MK-6（1.5%）。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量是 42.9 mol%。16 S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 18OM^T 与 *Thalassobacillus* 的同源性高，与 *T. devorans* G-19.1^T、*T. cyri* HS286^T 和 *T. hwangdonensis* AD-1^T 的同源性分别是 98.4%、97.9%和 97.4%。DNA-DNA 杂交结果显示菌株 18OM^T 和 *T. devorans* G-19.1^T、*T. cyri* HS286^T 和 *T. hwangdonensis* AD-1^T 的关联度分别为 49%、9%和 15%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     catggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgtgaagca
61    ggtggatccc  ttcggggtga  cacctgtgga  tcgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg
121   gcaacctgcc  tgtaagactg  ggataacccc  gggaaaccgg  ggctaatacc  gggtaatacc
181   ggactccgca  tggagtctgg  ttgaaagatg  gcttctcgct  atcacttaca  gatgggcccg
241   cggcgcatta  gctagttggt  gaggtaacgg  ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct
301   gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca
361   gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  aacgatgaag
421   gtcttcggat  cgtaaagttc  tgttgtcagg  gaagaacacg  taccgttcga  acaggacggt
481   accttgacgg  tacctgacga  ggaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata
541   cgtagggggc  aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggttcctta
601   agtctgatgt  gaaagcccac  ggctcaaccg  tggagggtca  ttggaaactg  gggaacttga
661   gtacagaaga  ggagagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagat  atgtggagga
721   acaccagtgg  cgaaggcgac  tctctggtct  gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg
781   gagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaggtgtta
841   gggggcttcc  accccttagt  gctgaagtta  acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg
901   gccgcaaggc  tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg  gagcatgtgg
961   tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catcttcggc  cacccctgga
```

1021	gacagggggt	tcccttcggg	gaccgaatga	caggtggtgc	atggttgtcg	tcagctcgtg
1081	tcgtgagatg	ttgggttaag	tcccgcaacg	agcgcaaccc	ctgaccttag	ttgccagcat
1141	tcagttgggc	actctaaggt	gactgccggt	gacaaaccgg	aggaaggcgg	ggatgacgtc
1201	aaatcatcat	gccccttatg	acctgggcta	cacacgtgct	acaatggatg	gtacaaaggg
1261	cagcgaagcc	gcgaggtgta	gcaaatccca	taaaaccatt	ctcagttcgg	attgcaggct
1321	gcaactcgcc	tgcatgaagc	cggaatcgct	agtaatcgcg	gatcagcatg	ccgcggtgaa
1381	tacgttcccg	ggccttgtac	acaccgcccg	tcacaccacg	agagttggca	acacccgaag
1441	tcggtgaggt	aacctttttg	gagccagccg			

四十九、高温长型芽胞杆菌（***Thermolongibacillus***）

【属特征描述】营养细胞为革兰氏阳性，能运动，形成芽胞，直杆状，单生、成对或形成长直（微弯曲）链状。指数生长期的细胞大小一般为（0.6～1.1）μm×（3.0～8.0）μm，稳定生长期和衰亡期的显著特征是产生非常细长的细胞[（0.6～1.2）μm×（9.0～35.0）μm]。菌落形态因种而异。芽胞椭圆形至卵圆形，端生，胞囊不膨大。嗜热，生长温度为40～70℃。中度嗜碱，生长pH 为5.0～11.0。耐盐特性因种而异。好氧生长，但厌氧条件下不能生长。过氧化氢酶为弱阳性，氧化酶活性可变。能水解糖类。下列特性可变：尿素利用，沙氏葡萄糖利用，由乳糖、D-葡萄糖、D-（+）-半乳糖、蔗糖、D-山梨醇、L-阿拉伯糖、棉籽糖和核糖产酸。下列特性为阳性：酪蛋白利用，甲基红测试，硝酸盐还原为亚硝酸盐，由麦芽糖、果糖、D-（+）-木糖、D-甘露糖和甘露醇产酸。能利用下列物质作为唯一碳源和能源：乙酸、丙酮酸、琥珀酸、苯甲酸、胰蛋白胨、蛋白胨、酵母提取物和甘油，但氧化丁酸、苯酚、正辛烷和环己烷的能力弱。不能利用乳酸、柠檬酸、碳酸盐、丁醇、萘或萘胺。对下列物质敏感：万古霉素、卡那霉素、新生霉素、杆菌肽、氯霉素、利福平、四环素、青霉素G、新霉素和阿奇霉素。主要呼吸醌为MK-7。主要脂肪酸为iso-$C_{15:0}$（超过总量的60%）、iso-$C_{17:0}$和$C_{16:0}$。肽聚糖的特征氨基酸为*meso*-二氨基庚二酸（含量低），含有A1γ（A31）和A1γ′（A32.1）型肽聚糖。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、两种磷脂、氨基磷脂和两种氨基脂类。DNA的G+C含量为43.5 mol%～44.8 mol%。模式种为*Thermolongibacillus altinsuensis*。**★属名释意：***Thermolongibacillus*中*thermos*为热、高温之意，*longus*为长之意，*bacillus*为芽胞杆菌之意，故其中文名称为高温长型芽胞杆菌（Gr. adj. *thermos*，hot；L. adj. *longus*，long；L. dim. n. *bacillus* small rod；N.L. masc. n. *Thermolongibacillus*，long thermophilic rod）。

450. *Thermolongibacillus altinsuensis*（金水温泉高温长型芽胞杆菌）

【种类编号】1-49-1。*Thermolongibacillus altinsuensis* Cihan et al.，2014，sp. nov.（金水温泉高温长型芽胞杆菌）。**★模式菌株：**E265 = DSM 24979 = NCIMB 14850。**★16S rRNA基因序列号：**FJ429590。**★种名释意：***altinsuensis*意为模式菌株分离自土耳其金水温泉，故其中文名称为金水温泉高温长型芽胞杆菌［N.L. masc. adj. *altinsuensis*，pertaining to the isolation habitat，Altinsu hot spring located in Kozakli province of Nevsehir in the Middle Anatolian Region of Turkey（Cappadocia area）］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 E265^T 是从土耳其 Kozakli 省内夫谢希尔的金水温泉沉积物中分离出来的。★形态特征：细胞革兰氏阳性、运动、直细杆状、大小为（0.7～1.1）μm×（3.5～8.0）μm。细胞单生，迟缓期和平衡期的杆状细胞形成链状［（0.8～1.2）μm×（9～35）μm］。芽胞椭圆形至卵圆形。长期培养的菌落直径为 2～3 mm，圆形、浅黄色、凸起、边缘整齐、表面光滑，而活性生长的菌落大小为（2～6）mm×（4～10）mm，圆形、浅黄色、扁平、边缘波浪状、无黏液、表面粗糙。★生理特性：中度嗜热。生长温度 40～70℃（最适 55℃）、pH 5.0～10.0（最适为 8.5），0～5%（w/v）NaCl 时可生长，生长最适盐度为 3%。★生化特性：过氧化氢酶和氧化酶反应为弱阳性，酪蛋白和脲酶利用、甲基红反应为阳性，淀粉、柠檬酸盐、色氨酸、明胶利用、沙氏葡萄糖、V-P 反应、吲哚和 H_2S 产生为阴性。硝酸还原反应为阳性但不产气。能利用麦芽糖、D-果糖、乳糖、D-半乳糖、D-木糖、D-甘露糖、D-山梨醇、L-阿拉伯糖、D-甘露醇和棉籽糖产酸，不能利用 D-葡萄糖、蔗糖、海藻糖和核糖产酸。能利用异丁醇作为唯一碳源和能源生长，较弱地氧化甲醇和甲苯；不能利用乙醇、丙醇和苯作为唯一碳源和能源生长。淀粉酶、α-葡萄糖苷酶、蛋白酶和酯酶反应为阴性。含有 15.5 kb 的质粒。★化学特性：呼吸醌为 MK-7、MK-6、MK-5 和 MK-8；主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和两种磷脂；主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$，iso-$C_{17:0}$ 和 $C_{16:0}$。★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 43.5 mol%。该菌株与 *Anoxybacillus* 的 16S rRNA 同源性为 91.7%～95%，与 *Geobacillus* 的 16S rRNA 同源性为 93.0%～95.7%，与地衣芽胞杆菌的同源性为 91.1%。与 *T. kozakliensis* 的 DNA-DNA 杂交关联度为 55%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agtcgagcgg  accgaatgga  agcttgcttt  cattcggtta  gcggcggacg  ggtgagtaac
61    acgtgggtaa  cctgcccgta  agaccgggat  aacttcgagg  aaatccggag  ctaataccgg
121   ataacaccga  ggatcgcatg  atccttggtt  gaaaggtggc  ttcggctacc  acttacggat
181   gggcccgcgg  cgcattagct  agttggtgag  gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag
241   ccggcctgag  agggtgaccg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga
301   ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac  gaaagtctga  cggagcgacg  ccgcgtgagc
361   gaagaaggcc  ttcgggtcgt  aaagctctgt  tgttagggaa  gaacaagtac  cgttcgaata
421   gggcggtacc  ttgacggtac  ctaacgagaa  agccccggct  aactacgtgc  cagcagccgc
481   ggtaatacgt  agggggcgag  cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg
541   tcccttaagt  ctgatgtgaa  agcccacggc  tcaaccgtgg  agagccattg  gaaactgggg
601   ggacttgagt  gcagaagagg  agagcggaat  tccatgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat
661   ttggaggaac  cccaggtggc  gaaggcggct  ctcctggtct  gtaactgacg  ctgaggccgg
721   aaaggctggg  gagccaacca  gattagattc  cctggtagtt  cacgccgtaa  acgatgagtg
781   ctaagtgtta  gaggggttta  accctttagt  gctgtagcta  acgcattaag  cactccgcct
841   ggggagtacg  gccgcaaggc  tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc  acaagcggtg
901   gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catcccctga
961   caaccctaga  gatagggcgt  tccctccctt  cggggaggga  cagggtgaca  ggtggtgcat
1021  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggtttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct
1081  tgaccttagt  tgccagcgag  taaagtcggg  cactctaagg  tgactgccgg  ctaaaagtcg
1141  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct  acacacgtgc
1201  tacaatgggc  ggtacaaagg  gtcgcgaagc  cgcgaggtgg  agctaatccc  aaaaagccgc
1261  tctcagttcg  gattgcaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag  ccggaatcgc  tagtaatcgc
```

1321	ggatcagcat	gccgcggtga	atacgttccc	gggccttgta	cacaccgccc	gtcacaccac
1381	gagagcttgc	aacacccgaa	gtcggtgagg	taacccttac	gggagccagc	cg

451. *Thermolongibacillus kozakliensis*（科扎克勒高温长型芽胞杆菌）

【种类编号】1-49-2。*Thermolongibacillus kozakliensis* Cihan et al.，2014，sp. nov.（科扎克勒高温长型芽胞杆菌）。**★模式菌株：**E173a = DSM 24978 = NCIMB 14849。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ430056。**★种名释意：***kozakliensis* 意为模式菌株分离自土耳其科扎克勒温泉，故其中文名称为科扎克勒高温长型芽胞杆菌[N.L. masc. adj. *kozakliensis*，pertaining to the isolation habitat，Kozakli Municipality hot spring located in Kozakli province of Nevsehir in the Middle Anatolian Region of Turkey（Cappadocia area）]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 E173a^T 是从土耳其科扎克勒省的 Municipality 温泉沉积物中分离出来的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性、可运动、直细杆状，大小为（0.6～1.1）μm ×（3.0～8.0）μm。细胞单生，迟缓期和平衡期的杆状细胞形成链状［（0.6～1.1）μm ×（9.0～32）μm］。芽胞椭圆形。菌落直接为 1～3 mm，圆形、无黏液、浅黄色、不透明、凸起、边缘规则、表面光滑。**★生理特性：**中度嗜热。生长温度为 40～70℃（最适 60℃）、pH 5.0～11.0（最适为 9），0～1.5%（w/v）NaCl 时可生长，生长最适 NaCl 浓度为 0.5%。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为弱阳性，氧化酶反应为阴性。酪蛋白利用、沙氏葡萄糖、甲基红反应为阳性，淀粉、柠檬酸盐、脲酶、色氨酸、明胶利用、V-P、吲哚和 H_2S 产生反应为阴性。硝酸还原反应为阳性但不产气。能利用麦芽糖、D-果糖、蔗糖、D-木糖、D-甘露糖、核糖和 D-甘露醇产酸，不能利用 D-半乳糖、D-山梨醇、海藻糖或棉籽糖产酸。能利用 D-葡萄糖产酸但不能产气。L-阿拉伯糖和乳糖利用弱阳性。能利用乙醇、丙醇（弱阳性）、异丁醇、苯作为唯一碳源和能源生长，不能氧化甲醇和甲苯作为唯一碳源和能源生长。淀粉酶、α-葡萄糖苷酶、蛋白酶和酯酶反应为阴性。含有 14.5 kb 的质粒。**★化学特性：**呼吸醌为 MK-7；主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、两种磷脂、氨基磷脂及两种氨基脂；主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$，iso-$C_{17:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44.8 mol%。该菌株与 *Anoxybacillus* 的 16S rRNA 同源性为 89.9%～93.4%，与 *Geobacillus* 的 16S rRNA 同源性为 91.5%～94.4%，与地衣芽胞杆菌的 16SrRNA 同源性为 89.6%。与 *T. altinsuensis* 的 DNA-DNA 杂交关联度为 55%。16S rRNA 基因序列如下。

1	cggaccgaat	ggaagcttgc	tttcattccg	ttagcggcgg	acgggtgagt	aacacgtggg
61	taacctgccc	gtaagaccgg	gataacttcg	ggaaaccgga	gctaataccg	gataacaccg
121	aggatcgcat	gatccttggt	tgaaaggtgg	cttcggctac	cacttacgga	tgggcccgcg
181	gcgcattagc	tagttggtga	ggtaacggct	caccaaggcg	acgatgcgta	gccggcctga
241	gagggtgacc	ggccacactg	ggactgagac	acggcccaga	ctcctacggg	aggcagcagt
301	agggaatctt	ccgcaatgga	caaagtctga	cggacgacgc	cgcgtgagcg	agaaggcctt
361	cgggtcgtaa	agctctgttg	ttagggaaaa	caagtaccgt	tcgaataggg	cggtaccttg
421	acggtaccta	acgagaaagc	cccggctaac	tacgtgccag	cagccgcggt	aatacgtagg
481	gggcgagcgt	tgtccggaat	tattgggcgt	aaagcgcgcg	caggcggtcc	cttaagtctg
541	atgtgaaagc	ccacggctca	accgtggaaa	gccattggaa	actgggggac	ttgattgcaa
601	aaaggaaagc	ggaattcctt	gtgtagcggt	taaatgctta	aaaatatgga	ggaaccccng

661	tggcgaaggg	ggttctttgg	tctgtaactg	accctggggc	ccgaaagcgg	gggggcaaac
721	cgggtttggt	tcccctggta	gtcccccccg	taaacgatga	gtgctaagtt	ttggggggtt
781	taccccttta	gtgctgtagc	taacgcgtta	accactccgc	ctggggagta	cggccgcaag
841	gctgaaactc	aaaggaattg	acgggggccc	gcacaagcgg	tggagcatgt	ggtttaattc
901	gaagcaacgc	gaagaacctt	accaggtctt	gacatcccct	gacaacccta	gagatagggc
961	gttccctccc	ttcggggagg	gacagggtga	caggtggtgc	atggttgtcg	tcagctcgtg
1021	tcgtgagatg	ttgggttaag	tcccgcaacg	agcgcaaccc	ttgaccttag	ttgccagcga
1081	gtaaagtcgg	gcactctaag	gtgactgccg	gctaaaagtc	ggaggaaggt	ggggatgacg
1141	tcaaatcatc	atgcccctta	tgacctgggc	tacacacgtg	ctacaatggg	cggtacaaag
1201	ggtcgcgaag	ccgcgaggtg	gagctaatcc	caaaaagccg	ctctcagttc	ggattgcagg
1261	ctgcaactcg	cctgcatgaa	gccggaatcg	ctagtaatcg	cggatcagca	tgccgcggtg
1321	aatacgttcc	cgggccttgt	acacaccgcc	cgtcacacca	cgagagcttg	caacacccga
1381	agtcggtgag	gtaaccctta				

五十、枝芽胞杆菌属（*Virgibacillus*）

【属特征描述】营养细胞革兰氏阳性，能运动，杆状［（0.3～0.7）μm×（2.0～6.0）μm］，单生、成对或短链状或丝状生长。芽胞卵圆形至椭圆形，胞囊膨大。菌落小，圆形，低凸起，微透明至不透明。大多数成员的过氧化氢酶为阳性。API 20E 测试结果表明：V-P 反应为阴性；不产吲哚；一般不能利用柠檬酸盐；硝酸盐还原反应可变；不产尿素和 H_2S；一般能水解明胶、七叶苷和酪蛋白；4%～10%的 NaCl 促进生长，生长的温度可能是 5～50℃，最适生长温度是 28℃或 37℃。一般能利用 D-棉籽糖和 D-蜜二糖作为唯一碳源；不能利用 D-阿拉伯糖、D-果糖和 D-木糖生长。细胞的主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。主要极性脂类是二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油，5 种磷脂和一种未知极性脂存在于该属所有种类中，磷脂酰乙醇胺和其他类脂的存在可变。主要呼吸醌是 MK-7，有少量 MK-6 和 MK-8 存在。细胞壁肽聚糖类型为 *meso*-二氨基庚二酸。DNA 的 G+C 含量为 36 mol%～43 mol%。模式种为 *Virgibacillus pantothenticus*。**★属名释意：***Virgibacillus* 中 *virga* 为枝条（指系统发育树上的一个分支）之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为枝芽胞杆菌属（L. n. *virga*，a green twig，transf.，a branch in a family tree；L. masc. n. *bacillus*，a small rod and also a genus of aerobic endospore-forming bacteria；N.L. n. *Virgibacillus*，a branch of the genus *Bacillus*）。

452. *Virgibacillus alimentarius*（食物枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-1。*Virgibacillus alimentarius* Kim et al.，2012，sp. nov.（食物枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**J18 = KACC 14624 = JCM 16994。**★16S rRNA 基因序列号：**NR108710。**★种名释意：***alimentarius* 为食物之意，故其中文名称为食物枝芽胞杆菌（a.li.men.ta′ri.us. L. masc. adj. *alimentarius*，pertaining to food）。

【种类描述】★菌株来源：芽胞杆菌 J18^T 菌株从韩国传统食品黄鱼发酵样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性、杆状（0.5×1.2 μm）、可运动、形成芽胞、嗜盐。在海水的培养基上培养 3 d，菌株 J18^T 菌落凸起、浅黄色、直径为 1.0～2.0 mm。**★生理特性：**生长的温度为 4～40℃（最适温度为 37℃），生长的 pH 为 7.0～11.0（最适 pH 为 10.0），

生长的盐浓度是 0～30 %（w/v）（最适为 9%～10%）；**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阴性，氧化酶反应为阳性；水解吐温 20、吐温 40、吐温 60，产 3-羟基丁酮，不产 ONPG、水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸盐、硫化氢、脲酶、色氨酸脱氨酶、吲哚和白明胶。下列物质产酸：甘油、D-核糖、D-核糖醇、D-葡萄糖、N-乙酰氨基葡萄糖、七叶苷、D-己酮糖、2-酮基葡萄糖酸钾、5-酮基葡萄糖酸钾。下列物质不产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、L-木糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌糖、D-甘露醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、蔗糖、海藻糖、苦杏仁糖、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、松二糖、D-木糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7，肽聚糖中含 *meso*-二氨基庚二酸，主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{17:1}$、anteiso-$C_{17:1}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:1}\omega 11c$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 37.0 mol%，16S rRNA 基因序列分析的结果显示，菌株 J18^T 与 *V. byunsanensis* ISL-24^T、*V. carmonensis* LMG 20964^T、*V. halodenitrificans* DSM 10037^T、*V. arcticus* Hal 1^T 和 *V. necropolis* LMG 19488^T 的同源性分别为 96.3%、96.2%、96.0%、95.5% 和 95.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       agtcgagcgc  gggaagcaaa  tcgatcccct  tcgggggtga  cgtttgtgga  acgagcggcg
61      gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctgcc  tgtaagattg  ggataactcg  cggaaacgtg
121     agctaatacc  gaatgacact  tttcatcgcc  tgatgggaag  ttaaaaggcg  gcatttgctg
181     tcacttacag  atgggcccgc  ggcgcattag  ctagttggtg  agataaaagc  tcaccaaggc
241     aacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag
301     actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa
361     cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc  gtaaaactct  gttgttaggg  aagaacaagt
421     attgttcgaa  taggacagta  ccttgacggt  acttaaccag  aaagccccgg  ctaactacgt
481     gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggcg  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc
541     gcgcgcaggc  ggtcttttaa  gtctgatgtg  aaagcccacg  gcttaaccgt  ggagggtcat
601     tggaaactgg  aggacttgag  tacagaagag  gagagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa
661     tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact  ctctggtctg  taactgacgc
721     tgaggtgcga  aagcgtgggt  agcgaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa
781     cgatgagtgc  taggtgttag  gggtttccg   ccccttagtg  ctgaagttaa  cgcattaagc
841     actccgcctg  gggagtacgg  ccgcaaggct  gaaactcaaa  agaattgacg  gggacccgca
901     caagcggtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa  gctacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac
961     atcctctgct  atcggtagag  ataccgagtt  cccttcgggg  acagagtgac  aggtggtgca
1021    tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgtaacga  gcgcaaccct
1081    tgatcttagt  tgccagcatt  tagttgggca  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga
1141    ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta
1201    caatggatgg  aacaaagggc  agcgaagcgg  caacgtgtta  gcaaatccca  taaaaccatt
1261    ctcagttcgg  attgtaggct  gcaactcgcc  tacatgaagc  aggaatcgct  agtaatcgcg
1321    gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggtcttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg
1381    agagttggca  acacccgaag  tcggtgaggt  aacacttttg  tgagccagcc  gccgaaggtg
1441    gggccaatga  ttggggtg
```

453. *Virgibacillus arcticus*（北极圈枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-2。*Virgibacillus arcticus* Niederberger et al.，2009，sp. nov.（北极圈枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Hal 1 = DSM 19574 = JCM 14839。**★16S rRNA 基因序列号：**EF675742。**★种名释意：***arcticus* 为北极圈之意，故其中文名称为北极圈枝芽胞杆菌（L. masc. adj. *arcticus*，northern，Arctic，the place of origin of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Hal1^{T} 是从加拿大北极多年冻土样品中分离而来的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.8）μm×（2.0～5.0）μm］，革兰氏阳性，中度嗜盐，单生、成对或短链状生长，形成芽胞，椭球形，中生或次端生。0.25% HM 培养基上室温培养一周后形成的菌落直径约 2 mm。厌氧条件下菌株也能生长。**★生理特性：**生长温度是 0～30℃，在–5℃或 37℃条件下不能生长（最适生长温度为 25℃）；生长的 pH 是 4.4～9.1，最适生长的 pH 是 7.0；生长的 NaCl 浓度为 0～20%（w/v），最适生长的 NaCl 浓度是 5%。细胞对下列化合物敏感：氨苄西林、氯霉素、利福平、红霉素和链霉素。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性；氧化酶为阴性；能水解酪蛋白；能利用 D-葡萄糖和蔗糖生长。不能利用下列化合物作为唯一碳源：D-乳糖、纤维二糖、蜜二糖或海藻糖。API 20E 测试结果表明：硝酸盐能被还原成亚硝酸盐；明胶酶为阳性反应；不产 H_2S 和吲哚；ONPG 和 V-P 反应为阴性；精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶为阴性反应。利用下列化合物不产酸：肌醇、D-山梨糖醇、L-鼠李糖、蔗糖、苦杏仁苷和 L-阿拉伯糖。利用下列化合物产酸弱：D-葡萄糖、D-甘露醇和蜜二糖。API Staph 测试结果表明，利用下列化合物产酸：海藻糖、D-甘露醇、木糖醇和蜜二糖。利用下列化合物产酸弱：D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、麦芽糖、乳糖和甲基-α-D-葡萄糖苷；利用棉籽糖、木糖和蔗糖不产酸；碱性磷酸酶和乙酰基甲基甲醇为阴性；N-乙酰葡萄糖胺水解酶、精氨酸双水解酶和脲酶为阴性。**★化学特性：**细胞的主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌是MK-7。细胞壁肽聚糖类型为A1α。**★分子特性：**菌株DNA的G+C含量的38.2 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，菌株 Hal 1^{T} 和 *V. carmonensis* LMG 20964^{T} 和 *V. necropolis* LMG 19488^{T} 的同源性均为 98.2%，与 *Virgibacillus* 其他菌株的同源性低于 96.0%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 Hal 1^{T} 和 *V. carmonensis* 和 *V. necropolis* 模式菌株的关联度分别为 14.0%和 21.0%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctacctgtaa  gattgggata  actcctggaa  accggagcta  ataccgaata  acgctttaat
61    atcacatggt  agaaagttga  aaggcggctt  ttgctgtcac  ttacagatgg  gcccgtggcg
121   cattatctag  ttggtggggt  aatggcctac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag
181   ggtgatcggc  cacactggga  ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg
241   gaatcttccg  caatggacga  aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  tgaaggtttt
301   cggatcgtaa  aactctgttg  ttagggaaga  acaagtaccg  ttctaacagg  acggtgccat
361   gacggtacct  aaccaaaaag  ccccggctaa  ctacgtgcca  gcatccgcgg  taatacgtag
421   ggggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgctc  gcaggcggtc  ttttaagtct
481   gatgtgaaag  cccacrgctc  aaccgtggag  ggtcattgga  aactggagga  cttgagtaca
541   gaakaggaga  gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc
601   agtggcgaag  gcgactctct  ggtctgtaac  tgacgctgag  gagcgaaagc  gtggggagcg
661   aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctagg  tgttaggggg
```

```
721     tttccgcccc  ttagtgctga  agttaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggtcgc
781     aagactgaaa  ctcaaaagaa  ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca  tgtggtttaa
841     ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  tctgcaagcg  atagagatat
901     cgtgttccct  tcggggacag  agtgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg
961     agatgttggg  ttaagtcccg  caacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc  agcatttagt
1021    tgggcactct  aaggtgactg  ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc
1081    atcatgcccc  ttatgacctg  ggctacacac  gtgctacaat  ggatggaaca  aagggacgcg
1141    aagccgcgag  gtgtagcaaa  tcccataaaa  ccattctcag  ttcggattgt  aggctgcaac
1201    tcgcctacat  gaagccggaa  tcgctagtaa  tcgcggatca  gcatgccgcg  gtgaatacgt
1261    tcccgggcct  tgtacacacc  gcccgtcaca  ccacgagagt  tggcaacacc  cgaagtcggt
1321    gaggtaacct  ttatggagcc  agccgccgaa
```

454. *Virgibacillus byunsanensis*（边山枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-3。*Virgibacillus byunsanensis* Yoon et al.，2010，sp. nov.（边山枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ISL-24 = CCUG 56754 = DSM 23507 = KCTC 13259。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ357159。**★种名释意：***byunsanensis* 意为模式菌株分离自韩国边山，故其中文名称为边山枝芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *byunsanensis*，of or belonging to Byunsan，from where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ISL-24^T 从韩国黄海的晒盐场样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（0.2～0.4）μm ×（1.0～5.0）μm］、革兰氏不定、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭球形或球形、端生、胞囊膨大。含 6% NaCl 的 MA 培养基上 30℃培养 3 d 后形成的菌落直径为 0.7～1.0 mm、呈圆形、微凸、发光、光滑、黄白色。**★生理特性：**生长温度是 4～40℃，45℃时菌株不生长；生长的 pH 为 6.0，pH 为 5 时，菌株不生长；生长的 NaCl 浓度是 0～20%，浓度高于 21%时菌株不生长，最适生长的 NaCl 浓度是 8%。含 6% NaCl 的 MA 培养基或添加有硝酸盐的 6% NaCl 的 MA 培养基上，菌株在厌氧条件下不生长。Mg^{2+}是生长必需的。对下列化合物敏感：氨苄西林、羧苄西林、头孢噻吩、氯霉素、林可霉素、新生霉素、竹桃霉素、青霉素 G、链霉素和四环素。对下列化合物敏感较弱：庆大霉素、卡那霉素和多黏菌素 B，但耐新霉素。**★生化特性：**氧化酶为阳性反应；能水解淀粉；不能水解次黄嘌呤、黄嘌呤、酪氨酸、吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80。利用 D-核糖产酸弱。利用下列化合物不产酸：L-阿拉伯糖、纤维二糖、乳糖、麦芽糖、松三糖、棉籽糖、蔗糖、D-木糖、肌醇或 D-山梨糖醇。API ZYM 测试结果表明碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）和亮氨酸芳基酰胺酶活性较弱；酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶无活性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。细胞的主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量是 37.6 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明，ISL-24^T 属于枝芽胞杆菌属，与 *V. carmonensis* LMG 20964^T 和 *V. necropolis* LMG 19488^T 的 16S rRNA 基因序列的同源性分别为 97.3%和 97.4%，与枝芽胞杆菌属其他菌株的同源性为 94.8%～

96.8%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 ISL-24^{T} 与 *V. carmonensis* DSM 14868^{T} 和 *V. necropolis* DSM 14866^{T} 的关联度分别为 11%和 19%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagca  aacggaatcc
61     ttcgggagga  agtttgtgga  acgagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gcaacctacc
121    tgtaagattg  ggataactcc  gggaaaccgg  ggctaatacc  gaatgacact  tttcatttca
181    tgatgagaag  ttaaaaggcg  gcttttgctg  tcacttacag  atgggcccgc  ggcgcattag
241    ctagttggta  gggtaacggc  ctaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat
301    cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct
361    tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc
421    gtaaaactct  gttgttaggg  aagaacaagt  accgttcaaa  tagggcggta  ccttgacggt
481    acctaaccag  aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca
541    agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggtcctttaa  gtctgatgtg
601    aaagcccacg  gctcaaccgt  ggagggtcat  tggaaactgg  aggacttgag  tgcagaagag
661    aagagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc
721    gaaggcgact  ctttggtctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcgaacagg
781    attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttag  ggggtttccg
841    ccccttagtg  ctgaagttaa  cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgg  ccgcaaggct
901    gaaactcaaa  agaattgacg  ggggcccgca  caagcggtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa
961    gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atcctctgat  agcggtagag  ataccgtgtt
1021   cccttcgggg  acagagtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt
1081   tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgatcttagt  tgccagcatt  tagttgggca
1141   ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg
1201   ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggatgg  aacaaaggga  tgcgaagccg
1261   cgaggtgaag  caaatcccat  aaaaccattc  tcagttcgga  ttgtaggctg  caactcgcct
1321   acatgaagcc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg
1381   gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagttggcaa  cacccgaagt  cggtgaggta
1441   accttttgga  gccagccgcc  gaaggtgggg  ccaatgattg  gggtgaagtc  gtaacaaggt
1501   agccgtatcg  gaaggtgc
```

455. *Virgibacillus campisalis*（盐田枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-4。*Virgibacillus campisalis* Lee et al.，2012，sp. nov.（盐田枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**IDS-20 = KCTC 13727= CCUG 59308。**16S rRNA 基因序列号：**GU586225。**★种名释意：***campisalis* 为盐场之意，故中文名称为**盐田枝**芽胞杆菌（cam.pi.sa′lis. L. n. *campus* field；L. gen. n. *salis* of salt；N.L. gen. n. *campisalis* of the field of salt）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 IDS-20^{T} 从韩国海晒盐田样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏反应可变、兼性厌氧、可运动、形成芽胞、杆状、细胞直径为 0.5～1.0 μm，长度为 1.0～4.0 μm。37℃培养 5 d，菌落圆形、光滑、轻凸、浅灰色、直径为 0.5～1.5 mm。**★生理特性：**菌株 IDS-20^{T} 最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 37℃、7.5～8.0 及 4%～5%。对氨苄西林、羧苄西林、先锋霉素、氯霉素、林可霉素、新生霉素、竹桃霉素、青霉素 G 和四环素敏感，对庆大霉素、卡那霉素、新霉素、多黏菌素 B 和链霉素不敏感。

★生化特性：过氧化氢酶和氧化酶反应为阳性；精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶和鸟氨酸脱羧酶没有活性；能水解吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80，不能水解七叶苷、白明胶、酪蛋白、次黄嘌呤、L-酪氨酸、脲酶和黄嘌呤。下列化合物能被利用作为碳源和能源：D-葡萄糖、乙酸盐、柠檬酸盐、L-苹果酸盐、丙酮酸盐、琥珀酸盐。下列化合物不能被利用作为碳源和能源：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、蔗糖、海藻糖、D-木糖、水杨苷、苯甲酸、甲酸盐、L-谷氨酸盐。下列化合物能产酸：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-半乳糖、D-果糖、D-葡萄糖、肌醇、麦芽糖、乳糖、D-甘露醇、D-甘露糖、蜜二糖、松三糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-山梨醇、蔗糖、海藻糖、D-木糖。API ZYM 试验表明：出现酯酶（C4）和脂肪酯酶（C8）。而下列化合物不出现：碱性磷酸酶、酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-葡萄糖胺、α-甘露糖苷酶、α-墨角藻糖苷酶。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7，细胞壁肽聚糖中含 *meso*-二氨基庚二酸，主要的极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和两种未鉴定的磷脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 39.5 mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示菌株 IDS-20^T 与 *Virgibacillus* 的同源性达到 93.4%～96.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagca  aatcgatccc
61      cttcgggggt  gacgtttgtg  gaacgagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaacctg
121     cctgtaagat  tgggataact  cgcggaaacg  tgagctaata  ccgaatgaca  cttttcatcg
181     cctgatggga  agttaaaagg  cggcatttgc  tgtcacttac  agatgggccc  gcggcgcatt
241     agctagttgg  tgagataaaa  gctcaccaag  gcaacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg
301     atcggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat
361     cttccgcaat  ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga
421     tcgtaaaact  ctgttgttag  ggaagaacaa  gtattgttcg  aataggacag  taccttgacg
481     gtacttaacc  agaaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg
541     cgagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggtctttt  aagtctgatg
601     tgaaagccca  cggcttaacc  gtggagggtc  attggaaact  ggaggacttg  agtacagaag
661     aggagagtgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg  aacaccagtg
721     gcgaaggcga  ctctctggtc  tgtaactgac  gctgaggtgc  gaaagcgtgg  gtagcgaaca
781     ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgagt  gctaggtgtt  agggggtttc
841     cgccccttag  tgctgaagtt  aacgcattaa  gcactccgcc  tggggagtac  ggccgcaagg
901     ctgaaactca  aaagaattga  cggggacccg  cacaagcggt  ggagcatgtg  gtttaattcg
961     aagctacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg  acatcctctg  ctatcggtag  agataccgag
1021    ttcccttcgg  ggacagagtg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat
1081    gttgggttaa  gtcccgtaac  gagcgcaacc  cttgatctta  gttgccagca  tttagttggg
1141    cactctaagg  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca
1201    tgccccttat  gacctgggct  acacacgtgc  tacaatggat  ggaacaaagg  gcagcgaagc
1261    ggcaacgtgt  tagcaaatcc  cataaaacca  ttctcagttc  ggattgtagg  ctgcaactcg
1321    cctacatgaa  gcaggaatcg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc
1381    cgggtcttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttgg  caacacccga  agtcggtgag
```

```
1441    gtaacacttt   tgtgagccag   ccgccgaagg   tggggccaat   gattggggtg   aagtcgtaac
1501    aaggtagccg   tatcggaagg   tgc
```

456. *Virgibacillus carmonensis*（卡莫纳枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-5。*Virgibacillus carmonensis* Heyrman et al.，2003，sp. nov.（卡莫纳枝芽胞杆菌）。★**模式菌株：**DSM 14868 = JCM 16508 = LMG 20964。★**16S rRNA 基因序列号：**AJ316302。★**种名释意：***carmonensis* 意为模式菌株分离自西班牙卡莫纳，故其中文名称为卡莫纳枝芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *carmonensis*，of Carmona，referring to the mural paintings of the necropolis at Carmona，Spain，from where the strains were isolated）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 DSM 14868^T 分离自卡莫纳。★**形态特征：**细胞杆状[（0.5～0.7）μm ×（2～7）μm]、革兰氏阳性、能运动、单生或成对或短链状生长，形成芽胞、椭圆形、次端生、胞囊膨大。MA 培养基上培养 24 h 后形成的菌落直径为 0.5～1.0 mm、表面低凸、圆形、边缘不规则、光滑，透明且中间带有一个粉红色菌斑。2 d 后，菌落变成明亮的粉红色且不透明。★**生理特性：**菌株在 37℃的厌氧环境下不生长。生长的温度是 10～40℃，最适生长温度是 25℃；最适生长 NaCl 浓度是 5%～10%，无 NaCl 时，菌株不生长。★**生化特性：**过氧化氢酶为阳性反应；API 20E 测试结果表明：硝酸盐能被还原；不产吲哚和 H_2S；不能利用柠檬酸盐；不能水解明胶；能水解酪蛋白；ONPG 和 V-P 反应为阴性；精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶和色氨酸脱氨酶为阴性反应。API 50CHB 测试无反应。能利用下列化合物作为唯一碳源：纤维二糖（弱生长）、D-蜜二糖、棉籽糖、蔗糖和 D-海藻糖。不能利用下列化合物作为唯一碳源：D-阿拉伯糖、D-果糖、葡萄糖、DL-乳糖或 D-木糖。★**化学特性：**细胞的主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。极性脂类包括二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油。主要呼吸醌是 MK-7。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.9 mol%。16S rRNA 序列比对结果表明菌株 LMG 20964^T 与 V. necropolis LMG 19488^T 的同源性为 99.4%。DNA-DNA 杂交结果显示菌株 LMG 20964^T 与 LMG 19488^T 的关联度为 39.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gacgaacgct   ggcggcgtgc   ctaatacatg   caagtcgagc   gcgggaagca   agttgatcct
61      cttcggaggt   gacgcttgtg   gaacgagcgg   cggacgggtg   agtaacacgt   gggcaacctg
121     cctgtaagat   tgggataacc   ccgggaaacc   ggagctaata   ccgaataaya   ctttttatca
181     catggtagaa   agttgaaagg   cggcttttgc   tgtcacttac   agatgggccc   gcggcgcatt
241     agctagttgg   tggggtaatg   gcctrccaag   gcgacgatgc   gtagccgacc   tgagagggtg
301     atcggccaca   ctgggactga   gacacggccc   agactcctac   gggaggcagc   agtagggaat
361     cttccgcaat   ggacgaaagt   ctgacggagc   aacgccgcgt   gagtgatgaa   ggttttcgga
421     tcgtaaaact   ctgttgttag   ggaagaacaa   gtatcgttcg   aatagggcgg   taccatgacg
481     gtacctaacc   agaaagcccc   ggctaactac   gtgccagcag   ccgcggtaat   acgtaggggg
541     caagcgttgt   ccggaattat   tgggcgtaaa   gcgctcgcag   gcggtctttt   aagtctgatg
601     tgaaagccca   cggcttaacc   gtggagggtc   attggaaact   ggaggacttg   agtacagaag
661     aggagagtgg   aattccacgt   gtagcggtga   aatgcgtaga   gatgtggagg   aacaccagtg
721     gcgaaggcga   ctctctggtc   tgtaactgac   gctgaggagc   gaaagcgtgg   ggagcgaaca
781     ggattagata   ccctggtagt   ccacgccgta   aacgatgagt   gctaggtgtt   agggggtttc
841     cgccccttag   tgctgaagtt   aacgcattaa   gcactccgcc   tggggagtac   ggccgcaagg
```

```
901    ctgaaactca  aaagaattga  cgggggcccg  cacaagcggt  ggagcatgtg  gtttaattcg
961    aagcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg  acatcctctg  acagcgatag  agatatcgtg
1021   ttcccttcgg  ggacagagtg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat
1081   gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttgatctta  gttgccagca  ttaagttggg
1141   cactctaagg  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca
1201   tgccccttat  gacctgggct  acacacgtgc  tacaatggat  ggaacaaagg  gacgcgaagc
1261   cgcgaggtgt  agcaaatccc  ataaaaccat  tctcagttcg  gattgtaggc  tgcaactcgc
1321   ctacatgaag  ccggaatcgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc
1381   gggccttgta  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagttggc  aacacccgaa  gtcggtgagg
1441   taacctttat  ggagccagcc  gccgaaggtg  gggccaatga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa
1501   ggtagccgta  tcggaagg
```

457. *Virgibacillus chiguensis*（废盐田枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-6。*Virgibacillus chiguensis* Wang et al.，2008，sp. nov.（废盐田枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**NTU-101 = BCRC 17637 = CGMCC 1.6496。**★16S rRNA 基因序列号：**EF101168。**★种名释意：***chiguensis* 意为模式菌株分离自我国台湾哲古的一个废盐田，为菌株的来源地，故中文名称为废盐田枝芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *chiguensis*，of chigu，a disused salt production field in southern Taiwan from where the strain in this study was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NTU-101^T 从台湾南部哲古盐场样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（0.7～0.9）μm ×（2.5～5.0）μm］、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动，形成芽胞、端生或次端生。添加有 10% DSM 372 琼脂培养基上 37℃培养 72 h 后形成的菌落从不规则到规则变化、扁平、透明、奶白色、菌落直径为 5～7mm。**★生理特性：**生长的 NaCl 浓度是 0～30%（w/v），最适生长 NaCl 浓度是 5%～10%；生长的温度是 15～50℃，最适生长温度是 40℃，10℃以下菌株不生长；生长的 pH 是 5～9，最适生长 pH 是 7.5。厌氧条件下菌株能生长。**★生化特性：**硝酸盐被还原成亚硝酸盐；不产 H_2S 和吲哚；能水解七叶苷、酪蛋白、明胶、淀粉、吐温 20 及吐温 80。V-P 反应为阴性；精氨酸双水解酶和赖氨酸脱羧酶无活性。能利用下列化合物产酸：D-纤维二糖、D-果糖、D-葡萄糖、D-半乳糖、D-甘露糖、D-蜜二糖、D-核糖、D-山梨醇、蔗糖、乳糖和麦芽糖。利用下列化合物不产酸：L-阿拉伯糖、D-松三糖、D-棉籽糖、D-海藻糖和 D-木糖。能利用下列底物：D-葡萄糖、D-果糖、蔗糖、D-纤维二糖、D-甘露糖和麦芽糖。不能利用下列底物：D-海藻糖、苯甲酸盐、琥珀酸盐、L-苹果酸盐、甲酸盐和 L-谷氨酸。API ZYM 测试结果表明：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、酯酶（C14）、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶和 α-甘露糖苷酶有活性；亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、β-葡萄糖苷酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰基-β-葡萄糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶无活性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要的极性脂类是磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。细胞的主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量是 37.3 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析

表明菌株 NTU-101^T 与 *V. dokdonensis* 和 *V. pantothenticus* 的同源性分别为 99.6%和 97.5%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 NTU-101^T 与 *V. dokdonensis* 和 *V. pantothenticus* 的关联度分别为 17.5%和 21.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggactgcgcg tgctatacat gcaagtcgag cgcgggaagc aagcagatct ccttcgggag
61    tgacgcttgt ggaacgagcg gcggacgggt gagtaacacg tgggcaacct acctgtaaga
121   ctgggataac tccgggaaac cggggctaat accggatgaa acaaagcgtc gcatgacgca
181   atgttaaaag gcggcatatg ctgtcactta cagatgggcc cgcggcgcat tagctagttg
241   gtgaggtaaa ggctcaccaa ggcaacgatg cgtagccgac ctgagagggt gatcggccac
301   actgggactg agacacggcc cagactccta cgggaggcag cagtagggaa tcttccgcaa
361   tggacgaaag tctgacggag caacgccgcg tgagtgatga aggttttcgg atcgtaaaac
421   tctgttgtta gggaagaaca agtgccattc aaataggttg gcaccttgac ggtacctaac
481   cagaaagccc cggctaacta cgtgccagca gccgcggtaa tacgtagggg gcaagcgttg
541   tccgggaatt attgggcgta aagcgcgcgc aggcggtcct ttaagtctga tgtgaaagcc
601   cacggcttaa ccgtggaggg ccattggaaa ctggaggact tgagtacaga agaggagagt
661   ggaattccac gtgtagcggt gaaatgcgta gagatgtgga ggaacaccag tggcgaaggc
721   gactctctgg tctgtaactg acgctgaggt gcgaaagcgt gggtagcgaa caggattaga
781   taccctggta gtccacgccg taaacgatga gtgctaggtg ttagggggtt tccgcccctt
841   agtgctgaag ttaacgcatt aagcactccg cctggggagt acggccgcaa ggctgaaact
901   caaaagaatt gacggggacc cgcacaagcg gtggagcatg tggtttaatt cgaagcaacg
961   cgaagaacct taccaggtct tgacatcctc tgacacccct agagataggg cattcccttc
1021  ggggacagag tgacaggtgg tgcatggttg tcgtcagctc gtgtcgtgag atgttgggtt
1081  aagtcccgca acgagcgcaa cccttgatct tagttgccag catttagttg ggcactctaa
1141  ggtgactgcc ggtgacaaac cggaggaagg tggggatgac gtcaaatcat catgcccctt
1201  atgacctggg ctacacacgt gctacaatgg atggaacaaa gggcagcgaa gccgcgaggc
1261  caagcaaatc ccataaaacc attctcagtt cggattgcag gctgcaactc gcctgcatga
1321  agccggaatc gctagtaatc gcggatcagc atgccgcggt gaatacgttc ccgggtcttg
1381  tacacaccgc ccgtcacacc acgagagttg gtaacacccg aagtcggtga ggtaaccttt
1441  ggagccagcc gccgaaggtg atcac
```

458. *Virgibacillus dokdonensis*（独岛枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-7。*Virgibacillus dokdonensis* Yoon et al.，2005，sp. nov.（独岛枝芽胞杆菌）。**菌株编号：**DSW-10 = DSM 16826 = KCTC 3933。**★16S rRNA 基因序列号：**AY822043。**★种名释意：***dokdonensis* 意为模式菌株分离自韩国独岛，故其中文名称为独岛枝芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *dokdonensis*，pertaining to Dokdo，a Korean island located at the edge of the East Sea in Korea from where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DSW-10^T 从韩国东海独岛样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.8）μm×（2.5～5.0）μm］、革兰氏染色不定、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、端生或次端生、胞囊膨大。含 3% NaCl 的 MA 培养基 37℃培养 2 d 后形成的菌落直径为 3～5 mm、不规则、扁平、透明、乳白色。**★生理特性：**生长温度是 15～50℃，最适生长温度是 37℃，温度为 10℃或 55℃时菌株不生长；最适生长 pH 是 7.0～8.0，pH 为 5.5 时菌株能生长，pH 为 5.0 时菌株不生长；生长的 NaCl 浓度是 0～

23%，NaCl 浓度高于 24%时菌株不生长，最适生长的 NaCl 浓度是 4%～5%。MA 和含硝酸盐的 MA 培养基厌氧条件下菌株能生长。**★生化特性**：氧化酶为阳性；脲酶为阴性；能水解淀粉、吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80；不能水解次黄嘌呤、黄嘌呤和酪氨酸；V-P 反应为阴性；不产吲哚；精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶和鸟氨酸脱羧酶无活性。API ZYM 测试结果表明碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、α-胰凝乳蛋白酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶和 α-葡萄糖苷酶有活性；酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、酸性磷酸酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酸酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶无活性。利用下列化合物产酸：D-纤维二糖、乳糖、麦芽糖、D-核糖、蔗糖、肌醇和 D-山梨糖醇。利用下列化合物不产酸：L-阿拉伯糖、D-松三糖、D-棉籽糖或 D-木糖。能利用下列底物：D-纤维二糖、D-甘露糖、麦芽糖、乙酸盐、柠檬酸盐、丙酮酸盐和水杨苷。不能利用下列底物：β-半乳糖、D-海藻糖、苯甲酸盐、琥珀酸盐、L-苹果酸盐、甲酸盐和 L-谷氨酸。**★化学特性**：细胞壁肽聚糖类型是 *meso*-二氨基庚二酸，主要呼吸醌是 MK-7。细胞的主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。极性脂类主要包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和未经确认的磷脂质。**★分子特性**：菌株 DNA 的 G+C 含量为 36.7 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明该菌株隶属于 *Virgibacillus*，与 *Virgibacillus* 模式菌株 16S rRNA 的同源性是 95.3%～98.7%。菌株 DSW-10^T 和 *Virgibacillus* 其他菌株的 DNA-DNA 杂交关联度为 8.4%～17.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagca  agcagatctc
61     cttcgggagt  gacgcttgtg  gaacgagcgg  cggacgggta  agtaacacgt  gggcaaccta
121    cctgtaagac  tgggataact  ccgggaaacc  ggggctaata  ccggatgaaa  caaagcgtcg
181    catgacgcaa  tgttaaaagg  cggcatatgc  tgtcacttac  agatgggccc  gcggcgcatt
241    agctagttgg  tgaggtaaag  gctcaccaag  gcaacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg
301    atcggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat
361    cttccgcaat  ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga
421    tcgtaaaact  ctgttgttag  ggaagaacaa  gtgccattcg  aataggttgg  caccttgacg
481    gtacctaacc  agaaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg
541    caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggtccttt  aagtctgatg
601    tgaaagccca  cggcttaacc  gtggagggcc  attggaaact  ggaggacttg  agtacagaag
661    aggagagtgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg  aacaccagtg
721    gcgaaggcga  ctctctggtc  tgtaactgac  gctgaggtgc  gaaagcgtgg  gtagcgaaca
781    ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgagt  gctaggtgtt  agggggtttc
841    cgccccttag  tgctgaagtt  aacgcattaa  gcactccgcc  tggggagtac  ggccgcaagg
901    ctgaaactca  aaagaattga  cggggacccg  cacaagcggt  ggagcatgtg  gtttaattcg
961    aagcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg  acatcctctg  acacccctag  agatagggca
1021   ttcccttcgg  ggacagagtg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat
1081   gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttgatctta  gttgccagca  tttagttggg
1141   cactctaagg  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca
1201   tgccccttat  gacctgggct  acacacgtgc  tacaatggat  ggaacaaagg  gcagcgaagc
1261   cgcgaggcca  agcaaatccc  ataaaaccat  tctcagttcg  gattgcaggc  tgcaactcgc
```

```
1321    ctgcatgaag  ccggaatcgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc
1381    gggtcttgta  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagttggt  aacacccgaa  gtcggtgagg
1441    taaccttttg  gagccagccg  ccgaaggtgg  gaccaatgat  tggggtgaag  tcgtaacaag
1501    gtagccgtat  cggaaggtgc
```

459. *Virgibacillus halodenitrificans*（盐反硝化枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-8。*Virgibacillus halodenitrificans*（Denariaz et al.，1989）Yoon et al.，2004，comb. nov.（盐反硝化枝芽胞杆菌）= *Bacillus halodenitrificans* Denariaz et al.，1989。**★模式菌株：**ATCC 49067 = DSM 10037 = JCM 12304 = LMG 9818 = NBRC 102361。**★16S rRNA 基因序列号：**AY543169。**★种名释意：***halodenitrificans* 中 *hals* 为盐之意，*denitrificans* 为反硝化之意，故其中文名称为盐反硝化枝芽胞杆菌[Gr. n. *hals halos*，salt；N.L. part. adj. *denitrificans*（from N.L. v. *denitrifico*），denitrifying；N.L. part. adj. *halodenitrificans*，salt（-requiring）denitrifying]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SF-121 从韩国黄海的海洋太阳能盐田样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.8）μm×（2.5～4.0）μm］、革兰氏染色不定、中度嗜盐、以单极或周生鞭毛运动，形成芽胞、椭圆形、端生或次端生、胞囊膨大。MA 培养基上培养 3 d 后形成的菌落直径为 2～3 mm、呈圆形至不规则、凸起、透明、浅黄色。**★生理特性：**生长的温度是 10～45℃，最适生长温度是 35～40℃（模式菌株为 38℃）；模式菌株的生长 pH 是 5.8～9.6，最适生长 pH 为 7.4～7.5；生长的 NaCl 浓度是 2%～23%（模式菌株为 2%～25%），最适生长 NaCl 浓度是 3%～7%。菌株在含硝酸盐的 MA 培养基厌氧条件下能生长。**★生化特性：**氧化酶为阳性反应；脲酶为阴性反应；不能水解淀粉、吐温 80 和酪氨酸；V-P 和甲基红反应为阴性；不产 H_2S 和吲哚；硝酸盐被还原成亚硝酸盐；精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶和鸟氨酸脱羧酶无活性。API ZYM 测试结果表明碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶和 α-葡萄糖苷酶有活性；酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酸酶、β-葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶无活性；β-半乳糖苷酶和 N-乙酰-β-葡萄糖苷酶活性可变（模式菌株有活性）。利用麦芽糖、D-核糖和蔗糖产酸；利用 L-阿拉伯糖、D-纤维二糖、D-松三糖、D-棉籽糖、D-木糖、核糖醇、肌醇或 D-山梨糖醇不产酸；利用乳糖产酸可变。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。细胞的主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 38 mol%～39 mol%。16S rRNA 基因序列分析表明，菌株 SF-121^T 与 *Bacillus halodenitrificans* 模式菌株 DSM 10037^T 的亲缘关系最近，同源性达 99.7%，系统发育分析结果显示，与芽胞杆菌属（*Bacillus*）相比，菌株 SF-121 和 *B. halodenitrificans* 模式菌株 DSM 10037^T 与枝芽孢杆菌属（*Virgibacillus*）具有更近的亲缘关系。菌株 SF-121 和 *B. halodenitrificans* DSM 10037^T 与枝芽孢杆菌属各种类的模式菌株的 16S rRNA 基因序列相似性为 95.3%～97.5%，而与 *Bacillus subtilis* 模式菌株的同源性仅为 94.0%。DNA-DNA 杂交结果表明，*B. halodenitrificans* DSM 10037^T 和菌株 SF-121 为同一个种。菌株 DSM1037^T 和 SF-121 与 *V. carmonensis* 和 *V. marismortui* 的 DNA-DNA 杂交关联度为 9%～11%。16S rRNA 基

因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc	gcgggaagca	agctgatcct
61	cttcggaggt	gacgcttgtg	gaacgagcgg	cggacgggtg	agtaacacgt	gggcaacctg
121	cctgtaagac	tgggataacc	ccgggaaacc	ggggctaata	ccggataata	cttttcatca
181	cctgatgaga	agttgaaagg	tggcttttag	ctaccactta	cagatgggcc	cgcggcgcat
241	tagctagttg	gtgaggtaac	ggctcaccaa	ggcaacgatg	cgtagccgac	ctgagagggt
301	gatcggccac	actgggactg	agacacggcc	cagactccta	cgggaggcag	cagtagggaa
361	tcttccgcaa	tggacgaaag	tctgacggag	caacgccgcg	tgagtgatga	aggttttcgg
421	atcgtaaagc	tctgttgtta	gggaagaaca	agtgccgttc	gaatagggcg	gcaccttgac
481	ggtacctaac	cagaaagccc	cggctaacta	cgtgccagca	gccgcggtaa	tacgtagggg
541	gcaagcgttg	tccggaatta	ttgggcgtaa	agcgcgcgca	ggcggtcctt	taagtctgat
601	gtgaaagccc	acggctcaac	cgtggagggt	cattggaaac	tggaggactt	gagtacagaa
661	gaggagagtg	gaattccacg	tgtagcggtg	aaatgcgtag	agatgtggag	gaacaccagt
721	ggcgaaggcg	actctctggt	ctgtaactga	cgctgaggcg	cgaaagcgtg	gggagcgaac
781	aggattagat	accctggtag	tccacgccgt	aaacgatgag	tgctaggtgt	taggggggttt
841	ccgcccctta	gtgctgaagt	taacgcatta	agcactccgc	ctggggagta	cggccgcaag
901	gctgaaactc	aaaagaattg	acgggggccc	gcacaagcgg	tggagcatgt	ggtttaattc
961	gacgcaacgc	gaagaacctt	accaggtctt	gacatcctct	gcaatcggta	gagataccga
1021	gttcccttcg	gggacagagt	gacaggtggt	gcatggttgt	cgtcagctcg	tgtcgtgaga
1081	tgttgggtta	agtcccgcaa	cgagcgcaac	ccttgatctt	agttgccagc	atttagttgg
1141	gcactctaag	gtgactgccg	gtgacaaacc	ggaggaaggt	ggggatgacg	tcaaatcatc
1201	atgcccctta	tgacctgggc	tacacacgtg	ctacaatgga	tggaacaaag	ggaagcaaaa
1261	ccgcgaggtc	aagcaaatcc	cataaaacca	ttctcagttc	ggattgcagg	ctgcaactcg
1321	cctgcatgaa	gccggaatcg	ctagtaatcg	cggatcagca	tgccgcggtg	aatacgttcc
1381	cgggccttgt	acacaccgcc	cgtcacacca	cgagagttgg	taacacccga	agtcggtgag
1441	gtaacctttt	ggagccagcc	gccgaaggtg	ggaccaatga	ttggggtgaa	gtcgtaacaa
1501	ggtagccgta	tcggaaggtg	c			

460. *Virgibacillus halophilus*（嗜盐枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-9。*Virgibacillus halophilus* An et al.，2007，sp. nov.（嗜盐枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**5B73C = IAM 15308 = JCM 21758 = KCTC 13935。**★16S rRNA 基因序列号：**AB243851。**★种名释意：***halophilus* 为嗜盐之意，故中文名称为嗜盐枝芽胞杆菌[Gr. n. *hals halos*，salt；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *halophilus*，salt-loving]。

【种类描述】★菌株来源：芽胞杆菌 5B73C^T 菌株从日本静冈市静冈县的田间土壤样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状（0.5～1.75 μm）、革兰氏阳性、严格需氧、嗜盐，形成芽胞、椭圆形、端生。在含有 50% Herbst 的人工海水胰蛋白胨大豆琼脂培养基上形成的菌落呈浅黄色、圆形、凸起。**★生理特性：**生长温度和 pH 分别是 5～45℃和 5.0～10.0。在无 NaCl 和 18% NaCl（w/v）时均生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性反应；不产 H_2S 和吲哚；产 3-羟基丁酮；能水解脲酶、明胶和 β-半乳糖；不能利用柠檬酸盐；精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶为阴性反应。

能利用下列化合物产酸：葡萄糖、果糖、甘露糖、甘露醇、N-乙酰基葡萄糖、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、乳糖、蔗糖和海藻糖。下列化合物产酸弱：甘油、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、半乳糖和龙胆二糖。不能利用下列化合物产酸：赤藓糖醇、阿拉伯糖、L-木糖、核糖醇、甲基-β-D-木糖苷、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、苦杏仁糖、麦芽糖、蜜二糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、D-松二糖、D-木糖、D-已酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸、2-酮基葡萄糖酸或5-酮基葡萄糖酸。★**化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 *meso*-二氨基庚二酸，细胞的主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$和 iso-$C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。★**分子特性：**菌株 DNA G+C 含量为 42.6 mol%，16S rRNA 基因序列的系统发育显示菌株 5B73C^{T} 和 5B133E 在系统发育上接近 *Virgibacillus*，与 *V. marismortui*、*V. carmonensis*、*V. halodenitrificans* 和 *V. proomii* 的同源性分别为 96.4%、96.2%、96.2% 和 95.9%；与 *Lentibacillus salarius*、*L. salicampi* 和 *Oceanobacillus iheyensis* 的同源性分别为 94.9%、94.0%和 94.0%；与 *Virgibacillus* 模式菌株的同源性为 94.1%～96.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcgggaagca  ggatgancct
61    catctgaggt  gattcctgtg  gaacgagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaacctg
121   cctgtaagat  cgggataact  cgtggaaacg  cgagctaata  ccggatgata  cttttcatcg
181   catggtgaga  agttgaaagn  tggctttaag  ctatcactta  cagatgggcc  cgcggcgcat
241   tagctagttg  gtggggtaac  ggcctaccaa  ggcaacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
301   gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa
361   tcttccgcaa  tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgatga  aggttttcgg
421   atcgtaaaac  tctgttgtca  gggaagaaca  agtgccgttt  gaataaggcg  gcaccttgac
481   ggtacctgac  cagaaagccc  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtagggg
541   gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggtcttt  taagtctgat
601   gtgaaagccc  acggcttaac  cgtggagggt  cattggaaac  tggaggactt  gagtgcagaa
661   gaggagagtg  gaattccatg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  agatatggag  gaacaccagt
721   ggcgaaggcg  actctctggt  ctgcaactga  cgctgaggcg  cgaaagcgtg  ggtagcgaac
781   aggattagat  accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgag  tgctaggtgt  tagggggttt
841   ccgcccctta  gtgctgaagt  taacgcatta  agcactccgc  ctggggagta  cggccgcaag
901   gctgaaactc  aaaagaattg  acgggggccc  gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc
961   gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt  gacatcctct  gacagcctta  gagataaggt
1021  gttcccttcg  gggacagagt  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga
1081  tgttgggtta  agtcccgcaa  cgagcgcaac  ccttgagatt  agttgccagc  attaagttgg
1141  gcactctaat  ctgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg  tcaaatcatc
1201  atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatgga  tggtacagag  ggaagcgaag
1261  ccgcgaggtg  aagcaaatcc  cacaaaacca  ttctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg
1321  cctgcatgaa  gccggaatcg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc
1381  cgggccttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttgg  taacacccga  agtcggtgag
1441  gtaacctttt  tggagccagc  cgccgaaggt  gggacgaatg  attggggtga  agtcgtaaca
1501  aggtagccgt  atcggaagg
```

461. *Virgibacillus halotoleran*（耐盐枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-10。*Virgibacillus halotolerans* Seiler and Wenning，2013，sp. nov.（耐盐枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**WS 4627= DSM 25060 = LMG 26644。**★16S rRNA 基因序列号：**NR108860。**★种名释意：***halotolerans* 中 *hals* 为盐之意，*tolerare* 为耐受之意，故其中文名称为耐盐枝芽胞杆菌（ha.lo.to′le.rans. Gr. n. *hals*，*halos* salt；L. v. *tolerare* to tolerate；N.L. part. adj. *halotolerans* salt-tolerating）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 WS 4627^{T}从乳制样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性、细胞杆状［（0.7～0.8）μm ×（3.0～5.0）μm］、严格好氧、运动能力弱；在微肿胀的胞囊中心或近端点形成芽胞；在含 3% NaCl 的 TSA 培养基上、30℃培养 3d，菌落为平滑至微凸、奶油状、透明、有规则。**★生理特性：**菌株 WS 4627^{T}生长的温度为 8～35℃（最适温度为 27～30℃），pH 为 6.5～8.5（最适 pH 为 7～8），盐浓度为 0.5%～16.5%（w/v）（最适为 3%～5%）。**★生化特性：**柠檬酸盐利用、过氧化氢酶和氧化酶反应、脲酶活性为阳性；硝酸盐不能还原为亚硝酸盐，不能厌氧生长，V-P 反应、葡萄糖产气、氨肽酶、苯基丙氨酸脱氨酸、色氨酸产吲哚、硫代硫酸铁产硫化氢反应为阴性；能水解七叶苷、酪蛋白、DNA、明胶、吐温 20 和吐温 60，不能水解三丁酸甘油酯、次黄嘌呤、卵磷脂、淀粉、酪氨酸、吐温 40、吐温 80 和黄嘌呤；API 50 CH 试验显示，下列化合物产酸：N-乙酰-β-D-葡萄糖胺、七叶苷、L-阿拉伯糖、纤维二糖、半乳糖醇、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、甘油、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、蜜二糖、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、棉籽糖、D-核糖、水杨苷、D-山梨醇、蔗糖、海藻糖、松二糖、D-木糖；5-酮基葡萄糖酸、D-阿糖醇、龙胆二糖、乳糖、松三糖和 D-木糖醇产酸弱，这些产酸或弱产酸的有机物质也作为唯一碳源和能源；GP2 微生物平板上下列化合物氧化反应呈阳性：N-乙酰-β-D-葡萄糖胺、N-乙酰-β-D-甘露糖胺、纤维二糖、D-果糖、D-葡萄糖酸、D-葡萄糖、甘油、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、丙酮酸、丙酮酸甲酯、D-核糖、D-山梨醇、海藻糖、吐温 40、吐温 80、尿苷、α-羟丁酸、α-酮戊二酸和 β-羟丁酸。下列化合物氧化反应呈弱阳性：2′-脱氨腺苷、腺苷、L-丙氨酸、L-阿拉伯糖、糊精、肌苷、D-乳酸甲酯、乳糖、D-苹果酸或 L-苹果酸、D-阿洛酮糖、L-丝氨酸、琥珀酸甲酯、松二糖、α-酮戊二酸和 γ-羟丁酸；其他底物氧化反应弱。API ZYM、API 20E 和 API Coryne 系统显示 N-乙酰-β-D-葡萄糖胺苷酶、胱氨酸芳基酰胺酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、β-半乳糖和 β-葡萄糖醛酸酶活性为阳性，而其他酶活性弱或无酶活性。**★化学特性：**菌株 WS 4627^{T}的肽聚糖类型为 Alγ，主要的极性脂为磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 39.1 mol%。16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示，菌株 WS 4627^{T}与 *V. natachei* FarD 和 *V. zhanjiangensis* JSM 079157 的同源性分别 96.5%和 96.0%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tggctcagga  tgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcgc  gggaagcaga
61    tggaatcctt  cgggaggaaa  tctgtggaac  gagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggt
121   aacctgcctg  taagactggg  ataactcgcg  gaaacgtgag  ctaataccgg  atgaaacttc
181   ttatcacctg  atgagaagat  gaaaggcggc  ttcggctgcc  acttacagat  ggacccgcgg
241   cgcattagct  agttggtgag  ataatggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag
```

```
301   agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta
361   gggaatcttc  cgcaatggac  gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagt  gatgaaggtt
421   ttcggatcgt  aaaactctgt  tgttagggaa  gaacaagtac  cgttcgaata  gggcggtacc
481   ttgacggtac  ttaaccagaa  agccccggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt
541   agggggcaag  cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  tcgcaggcgg  ccttttaagt
601   ctgatgtgaa  agcccacggc  tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactgaag  ggcttgagta
661   cagaagagga  gagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagatatg  tggaggaaca
721   ccagtggcga  aggcgactct  ctggtctgta  actgacgctg  aggagcgaaa  gcgtggggag
781   cgaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  ggtgttaagg
841   ggtttccgcc  ccttagtgct  gaagttaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggcc
901   gcaaggctga  aactcaaaag  aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt
961   aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  cctctgctag  cggtagagat
1021  accgtgttcc  cttcggggac  agagtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1081  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgtaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcattta
1141  gttgggcact  ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa
1201  tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac  acgtgctaca  atggatggaa  caaagggaag
1261  cgaacccgcg  aggtcaagcc  aatcccataa  aaccattctc  agttcggatt  gcaggctgca
1321  actcgcctgc  atgaagccgg  aatcgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac
1381  gttcccgggc  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gttagcaaca  cccgaagtcg
1441  gtgaggtaac  acgtttac
```

462. *Virgibacillus kekensis*（柯柯盐湖枝芽胞杆菌）

【**种类编号**】1-50-11。*Virgibacillus kekensis* Chen et al.，2008，sp. nov.（柯柯盐湖枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**YIM kkny16 = CGMCC 1.6298 = DSM 17056 = JCM 16510。**★16S rRNA 基因序列号：**AY121439。**★种名释意：***kekensis* 意为模式菌株分离自我国青海柯柯盐湖，故其中文名称为柯柯盐湖枝芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *kekensis*，pertaining to salt lake Keke in Qinghai Province，north-west China，where the type strain was isolated）。

【**种类描述**】**★菌株来源：**菌株 YIM kkny16^T 从我国西北部柴达木盆地的柯柯盐湖的盐水泥浆样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（2.0～3.0）μm ×（0.3～0.5）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、能运动、单生、成对或短链状生长，形成芽胞、椭圆形、胞囊膨大。在 10%（w/v）NaCl 的 MA 培养基上 37℃培养 3 d 形成的菌落直径为 2～3 mm、圆形、稍不规则、凸起、半透明、浅黄色、边缘略透明。不产生可溶性色素。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 10～50℃、6.0～10.0 和 0～25%（w/v）；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 37℃、7.0 和 10%。细胞对下列化合物敏感：氨苄西林（30 μg）、氯霉素（30 μg）、林可霉素（2 μg）、新生霉素（30 μg）、多黏菌素 B（30 μg）、利福平（5 μg）和四环素（30 μg）；耐庆大霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、萘啶酮酸（20 μg）和链霉素（10 μg）。**★生化特性：**能水解淀粉；不能水解酪蛋白、纤维素、甲壳素、七叶苷、明胶、吐温 20 和吐温 80；硝酸盐被还原成亚硝酸盐；不产 H_2S 和吲哚；甲基红和 V-P 反应为阴性。能利用下列化合物产酸：葡萄糖、糖原、D-甘露糖、D-甘露醇、水杨苷、淀粉、麦芽糖。不能利用下列化合物产酸：苦杏仁糖、肌醇、山梨醇、5-

酮基葡萄糖酸钾、蔗糖、D-山梨醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、甘油、赤藓糖醇、D-核糖、D-木糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-果糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、甲基 α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、熊果苷、七叶苷、D-纤维二糖、D-乳糖、蜜二糖、海藻糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、木糖醇、龙胆二糖、松二糖、D-己酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾或 2-酮基葡萄糖酸钾；能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：β-环糊精、糊精、D-葡萄糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-核糖、水杨苷、海藻糖、D-木糖、乙酸、β-羟基丁酸、α-酮戊二酸、α-酮基缬草酸、L-苹果酸、单甲基琥珀酸、丙酮酸、D-琥珀酸、D-丙氨酸、L-丙氨酸、L-谷氨酸、L-丝氨酸、2′-脱氧腺苷和肌苷。能观察到下列酶有活性：过氧化氢酶、细胞色素氧化酶、碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶。未观察到下列酶存在：酯酶（C14）、胱氨酸芳基酰胺酶、α-半乳糖、β-半乳糖、N-乙酰葡萄糖胺酶、α-甘露糖苷酶、α-岩藻糖苷酶和脲酶。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7 和 MK-6。极性脂包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和两种未知的磷脂。特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要细胞脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{14:0}$、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 41.8 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明 YIM kkny16^T 隶属于 *Virgibacillus*，与 *V. marismortui* DSM 12325^T 和 *V. halodenitrificans* DSM 10037^T 的同源性最高，分别为 97.2%和 96.7%；与 *V. salexigens* DSM 11483^T 和 *V. olivae* DSM 18098^T 的同源性分别 94.9%和 97.3%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 YIM kkny16^T 与 *V. marismortui* DSM 12325^T 和 *V. halodenitrificans* DSM 10037^T 的关联度分别为 25.8%和 20.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      agagtttgat  tatggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61     gcgggaagca  ggctgatccc  ttcggggtga  cgcctgtgga  acgagcggcg  gacgggtgag
121    taacacgtgg  gcaacctgcc  tgtaagactg  ggataacccc  gggaaaccgg  ggctaatacc
181    ggataacacc  tttcattaca  tgatgagaag  ttgaaaggcg  gcctttggc   tgtcacttac
241    agatgggccc  gcggcgcatt  agctagttgg  tgaggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc
301    gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac
361    gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat  ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt
421    gagtgatgaa  ggtcttcgga  tcgtaaaact  ctgttgtcag  ggaagaacaa  gtgccgttca
481    aacagggcgg  caccttgacg  gtacctgacc  agaaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag
541    ccgcggtaat  acgtaggggg  caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag
601    gcggtctttt  aagtctgatg  tgaaagccca  cggcttaacc  gtggagggtc  attggaaact
661    ggaggacttg  agtgcagaag  aggagagtgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga
721    gatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaggcga  ctctctggtc  tgtaactgac  gctgaggcgc
781    gaaagcgtgg  ggagcgaaca  ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgagt
841    gctaggtgtt  agggggtttc  cgccccttag  tgctgaagtt  aacgcattaa  gcactccgcc
901    tggggagtac  ggccgcaagg  ctgaaactca  aaagaattga  cgggggcccg  cacaagcggt
961    ggagcatgtg  gtttaattcg  aagcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg  acatcctctg
1021   accgctccag  agatggagtt  ttcccttcgg  ggacagagtg  acaggtggtg  catggttgtc
```

1081	gtcagctcgt	gtcgtgagat	gttgggttaa	gtcccgcaac	gagcgcaacc	cttgatctta
1141	gttgccagca	ttcagttggg	cactctaagg	tgactgccgg	tgacaaaccg	gaggaaggtg
1201	gggatgacgt	caaatcatca	tgccccttat	gacctgggct	acacacgtgc	tacaatggat
1261	ggaacaacgg	gaagcgaagc	cgcgaggtga	agcaaatccc	ataaaaccat	tctcagttcg
1321	gattgcaggc	tgcaactcgc	ctgcatgaag	ccggaatcgc	tagtaatcgc	ggatcagcat
1381	gccgcggtga	atacgttccc	gggccttgta	cacaccgccc	gtcacaccac	gagagttggc
1441	aacacccgaa	gtcggtgggg	taacctttat	ggagccagcc	gccgaaggtg	gggccaatga
1501	ttggggtgaa	gtcgtaacaa	ggtagccgta	tcggaaggtg	cggctggatc	acctcctttc
1561	tg					

463. *Virgibacillus litoralis*（海岸枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-12。*Virgibacillus litoralis* Chen et al.，2012，sp. nov.（海岸枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JSM 089168 = DSM 21085 = KCTC 13228。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ425909。**★种名释意：***litoralis* 意为海岸之意，故其中文名称为海岸枝芽胞杆菌（L. masc. adj. *litoralis*，of or belonging to the seashore）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JSM 089168^{T} 从我国南海雷州湾硇洲岛盐碱土中分离而来。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性、中度喜盐、好氧、杆状［（0.5～0.7）μm ×（2.0～5.0）μm］，细胞单生、成对或短链状，借助周生鞭毛运动。芽胞椭圆形或球形、末端生、胞囊膨大。MA2216 培养基上 30℃培养 3～5 d 后，菌落直径为 0.5～1 mm，浅黄色、圆形至不规则、凸起、半透明。**★生理特性：**生长温度为 10～45℃（最适温度为 30℃）、pH 6.0～10.0（最适 pH 8.0），NaCl 浓度为 2%～25%时可生长，最适为 5%～10%。对氨苄西林（30 μg）、羧苄西林（30 μg）、氯霉素（30 μg）、林可霉素（2 μg）和链霉素（10 μg）具有敏感性，但耐庆大霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、萘啶酮酸（20 μg）、新生霉素（30 μg）、多黏菌素 B（30 μg）、利福平（5 μg）或四环素（30 μg）。**★生化特性：**能水解明胶、吐温 40 和吐温 60，不能水解七叶苷、酪蛋白、DNA、淀粉、次黄嘌呤、吐温 20、吐温 80 和黄嘌呤。硝酸还原和葡萄糖氧化反应为阳性，葡萄糖发酵、亚硝酸还原、H_2S 和吲哚产生、甲基红、V-P、脲酶反应为阴性。能利用 D-葡萄糖和 D-甘露糖产酸、不能利用核糖醇、L-阿拉伯糖、D-阿拉伯醇、纤维二糖、半乳糖醇、D-果糖、D-半乳糖、甘油、*myo*-肌醇、D-乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-水杨苷、D-山梨醇、蔗糖、海藻糖和 D-木糖产酸。能将纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露糖、D-核糖、海藻糖、D-木糖、L-丙氨酸、L-谷氨酸和 L-丝氨酸作为唯一碳源和能源，但不能将 L-阿拉伯糖、D-乳糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-水杨苷、蔗糖、阿东醇、D-阿拉伯醇、甘油、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、乙酸盐、丁酸盐、柠檬酸盐、富马酸盐、葡萄糖酸盐、丙酸盐、琥珀酸盐、L-天冬酰胺、甘氨酸、L-组氨酸、L-羟基脯氨酸、L-异亮氨酸、L-亮氨酸、L-甲硫氨酸、L-脯氨酸或 L-缬氨酸作为唯一碳源和能源。碱性磷酸酶、酯酶（C8）、明胶酶、亮氨酸芳基酰胺酶和萘酚-AS-BI-磷酸水解酶反应为阳性，N-乙酰-葡萄糖苷酶、酸性磷酸酶、精氨酸双水解酶、α-胰凝乳蛋白酶、胱氨酸芳基酰胺酶、酯酶（C4）、α-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、酯酶（C14）、

赖氨酸脱羧酶、α-甘露糖苷酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶、胰蛋白酶或缬氨酸芳基酰胺酶反应为阴性。★**化学特性：**细胞壁肽聚糖的特征二氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸，主要呼吸醌为 MK-7，主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.2 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ctggcggcgt  gcctaataca  tgcaagtcga  gcgcgggaag  cagacggatc  ccttcggggt
61     gaagnntgtg  gaacgagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaaccta  cctgtaagac
121    tgggataacc  ccgggaaacc  ggggctaata  ccggataaca  ctttttggca  catgttgaga
181    agttgaaagg  cggcttttag  ctgtcactta  cagatgggcc  cgcggcgcat  tagttagttg
241    gtagggtaac  ggcctaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt  gatcggccac
301    actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  tcatccgcaa
361    tggacgaaag  tctgacggtg  caacgccgcg  tgagtgatga  aggttttcgg  atcgtaaaac
421    tctgttgtta  gggaagaaca  agtaccgttt  gaataaggcg  gtaccttgac  ggtacctaac
481    cagaaagccc  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtagggg  gcaagcgttg
541    tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgctcgca  ggcggtcttt  taagtctgat  gtgaaagccc
601    acggctcaac  cgtggagggt  cattggaaac  tggaggactt  gagtgcagaa  gaggagagtg
661    gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  agatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg
721    actctctggt  ctgtaactga  cgctgaggag  cgaaagcgtg  gggagcgaac  aggattagat
781    accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgag  tgctaggtgt  tagggggttt  ccgcccctta
841    gtgctgaagt  taacgcatta  agcactccgc  ctggggagta  cggccgcaag  gctgaaactc
901    aaaagaattg  acgggggccc  gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc  gaagcaacgc
961    gaagaacctt  accaggtctt  gacatcctct  gcaagcggta  gagataccgt  gttcccttcg
1021   gggacagagt  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga  tgttgggtta
1081   agtcccgcaa  cgagcgcaac  ccttgatctt  agttgccagc  attaagttgg  gcactctaag
1141   gtgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta
1201   tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatgga  tggaacaaag  ggcagcgaag  ccgcaaggtg
1261   tagcaaatcc  cataaaacca  ttctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg  cctgcatgaa
1321   gcnggaatcg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc  cgggccttgt
1381   acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttgg  caacacccga  agtcggtgag  gtaaccntta
1441   tggagccagc  cgccgaaggt  ggggccaatg  attggggtga  agtcgtaaca  acgtagc
```

464. *Virgibacillus marismortui*（死海枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-13。*Virgibacillus marismortui*（Arahal et al.，1999）Heyrman et al.，2003，comb. nov.（死海枝芽胞杆菌）。★**模式菌株：**123 = ATCC 700626 = CECT 5066 = CIP 105609 = DSM 12325 = LMG 18992。★**16S rRNA 基因序列号：**AJ009793。★**种名释意：***marismortui* 中 *maris* 为海之意，*mortuus* 为死之意，故其中文名称为死海枝芽胞杆菌（L. gen. n. *maris*，of the sea；L. adj. *mortuus*，dead；N.L. gen. n. *marismortui*，of the Dead Sea）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 123^T 从死海样品中分离而来。★**形态特征：**细胞杆状［（2.0～3.6）μm ×（0.5～0.7）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、单生或成对或短链状生长、能动，形成芽胞、卵圆形、端生或次端生、胞囊膨大。菌落呈浅黄色、圆形、不透明、边缘整齐。★**生理特性：**生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～50℃、6.0～9.0 和 5%～25%（w/v）；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 37℃、7.5 和 10%。无盐时菌

株不能生长。对氯霉素、红霉素、青霉素、链霉素、四环素敏感，对萘啶酮酸、新霉素、新生霉素、利福平则产生抗性。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶反应为阳性。能水解酪蛋白、DNA 和明胶；不能水解淀粉和吐温 80。甲基红反应为阳性；硝酸钠不能被还原；不能利用柠檬酸盐；不产吲哚和 H_2S；V-P 反应为阴性；脲酶为阳性；精氨酸双水解酶或苯丙氨酸脱氢酶为阴性。能利用下列化合物产酸：D-果糖、D-葡萄糖、甘油和麦芽糖。不能利用下列化合物产酸：D-阿拉伯糖、D-半乳糖、乳糖、D-甘露醇、蔗糖、D-海藻糖或 D-木糖。能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：D-果糖、菊糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、丙酮酸、D-棉籽糖、D-鼠李糖和丁二酸。**★化学特性：**极性脂类包括二磷脂酰甘油，少量的磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、5 种磷脂、一种氨磷脂及一种未知结构的极性脂。主要呼吸醌是 MK-7。细胞壁的肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 39.0 mol%～42.8 mol%。2000 年，Arahal 等根据 *Bacillus marismortui* 与 *Salibacillus salexigens* 的 16S rRNA 基因序列同源性为 96.6%、DNA-DNA 杂交关联度为 41%的事实，而将其重分类为 *Salibacillus marismortui*。然而，2003 年 Heyrman 等又将 *Salibacillus* 合并到 *Virgibacillus*。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gagagtttga tcatggctca ggacgaacgc tggcggcgtg cctaatacat gcaagtcgag
61    cgcgggaagc aggcagatcc tcttcggagg tgacgcctgt ggaacgagcg gcggacgggt
121   gagtaacacg tgggcaacct gcctgtaaga ttgggataac cccgggaaac cggggctaat
181   accggataat acttttcgtt gcataacgag aagttgaaag gcggctttta gctgtcactt
241   acagatgggc ccgcggcgca ttagctagtt ggtaaggtaa cggcttacca aggcgacgat
301   gcgtagccga cctgagaggg tgatcggcca cactgggact gagacacggc ccagactcct
361   acgggaggca gcagtaggga atcttccgca atggacgaaa gtctgacgga gcaacgccgc
421   gtgagtgatg aaggttttcg gatcgtaaaa ctctgttgtc agggaagaac aagtgccgtt
481   caaatagggc ggcaccttga cggtacctga ccagaaagcc ccggctaact acgtgccagc
541   agccgcggta atacgtaggg ggcaagcgtt gtccggaatt attgggcgta aagcgcgcgc
601   aggcggtcct ttaagtctga tgtgaaagcc cacggcttaa ccgtggaggg ccattggaaa
661   ctggaggact tgagtacaga agaggagagt ggaattccac gtgtagcggt gaaatgcgta
721   gagatgtgga ggaacaccag tggcgaaggc gactctctgg tctgtaactg acgctgaggt
781   gcgaaagcgt ggggagcgaa caggattaga taccctggta gtccacgccg taaacgatga
841   gtgctaggtg ttagggggtt tccgcccctt agtgctgaag ttaacgcatt aagcactccg
901   cctggggagt acggccgcaa ggctgaaact caaaagaatt gacgggggcc cgcacaagcg
961   gtggagcatg tggtttaatt cgaagcaacg cgaagaacct taccaggtct tgacatcctc
1021  tgccaatcct agagatagga tgttcccttc ggggacagag tgacaggtgg tgcatggttg
1081  tcgtcagctc gtgtcgtgag atgttgggtt aagtcccgca acgagcgcaa cccttgatct
1141  tagttgccag catttagttg ggcactctaa ggtgactgcc ggtgacaaac cggaggaagg
1201  cggggatgac gtcaaatcat catgcccctt atgacctggg ctacacacgt gctacaatgg
1261  atggaacaaa gggcagcgaa gccgcgaggt caagcaaatc ccataaaacc attctcagtt
1321  cggattgcag gctgcaactc gcctgcatga agccggaatc gctagtaatc gcggatcagc
1381  atgccgcggt gaatacgttc ccgggccttg tacacaccgc ccgtcacacc acgagagttg
1441  gtaacacccg aagtcggtga ggtaaccttt tggagccagc cgccgaaggt gggaccaatg
1501  attggggtga agtcgtaaca aggtagccgt atcggaaggt gcggctggat cacctccttt
1561  ctg
```

465. *Virgibacillus natechei*（纳氏枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-14。*Virgibacillus natechei* Amziane et al.，2013，sp. nov.（纳氏枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**FarD = DSM 25609 = CCUG 62224。**★16S rRNA 基因序列号：**JX435821。**★种名释意：***natechei* 意为 Mohamed Nateche，旨在纪念该菌株的采集者，故其中文名称为纳氏枝芽胞杆菌[nate.che′i. N.L. masc. n. *natechei*，of Mohamed Nateche，the man who took the samples during 11 days in the Algerian desert（30°51′37″North，2°00′20″West）]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $FarD^T$ 从阿尔及利亚西南部塔吉特的盐湖沉积物样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性、适度嗜盐、细胞杆状 [（0.5～0.7）μm ×（2～5）μm]、芽胞；可运动；单独、成对或以短链形式呈现；在肿胀的胞囊近端点产球形内芽胞；在含10%（w/v）NaCl 浓度的 SG 培养基 35℃培养 4 d，菌株 $FarD^T$ 菌落直径为 2～3 mm、圆形、凸起、褐色。**★生理特性：**生长的温度为 15～40℃（最适温度为 35℃）；生长的 pH 为 6.0～12.0（最适 pH 为 7.0），生长的盐浓度是 1%～20%（w/v）（最适 10%）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶反应为阳性；能水解淀粉和卵磷脂，不能水解酪蛋白和明胶；API 20E 试验显示精氨酸双水解酶、赖氨酸水解酶、脲酶、色氨酸脱氨酶、3-羟基丁酮反应为阳性，而 ONPG、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸盐、硫化氢、吲哚反应为阴性；API 50CHB 反应显示，下列化合物产酸：葡萄糖、甘露醇、蜜二糖、D-甘露糖、5-酮基葡萄糖酸，而甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、L-木糖、侧金盏花醇、甲基木糖苷、D-半乳糖、D-果糖、L-山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌糖、山梨醇、D-甘露糖苷、甲基-D-葡萄糖苷、N-乙酰-葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、乳糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、D-松三糖、D-棉籽糖、木糖醇、龙胆二糖、D-松三糖、D-木糖、D-己酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿糖醇、2-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7，主要的极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和三种磷脂质。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{20:0}$ 及 anteiso-$C_{19:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 42.1 mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示菌株 $FarD^T$ 与 *V. salinus* 的同源性最高达到了 96.3%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tagagtttgg  atcctggctc  aggacgaacg  ctggcggcgt  gcctaataca  tgcaagtcga
61    gcgcgtgaag  cagatggaat  ccttcgggag  gaaatctgtg  gaccgagcgg  cggacgggtg
121   agtaacacgt  gggcaaccta  cctgtaagat  tgggataact  cgcggaaacg  cgagctaata
181   ccgaatgaca  ctttttatct  cctgatgaga  agttaaaagg  cggcttttag  ctgtcactta
241   cagatgggcc  cgcggcgcat  tagttagttg  gtgaggtaaa  ggctcaccaa  ggcgacgatg
301   cgtagccgac  ctgagagggt  gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta
361   cgggaggcag  cagtagggaa  tcatccgcaa  tggacgaaag  tctgacggtg  caacgccgcg
421   tgagtgatga  aggttctcgg  atcgtaaaac  tctgttgtta  gggaagaaca  agtaccgttt
481   gaataaggcg  gtaccttgac  ggtacctaac  cagaaagccc  cggctaacta  cgtgccagca
541   gccgcggtaa  tacgtagggg  gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgctcgca
601   ggcggtcttt  taagtctgat  gtgaaatctt  gcggcttaac  cgtgagcggt  cattggaaac
661   tggaggactt  gagtacagaa  gaggagagtg  gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag
721   agatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg  actctctggt  ctgtaactga  cgctgaggag
```

781	cgaaagcgtg	gggagcgaac	aggattagat	accctggtag	tccacgccgt	aaacgatgag
841	tgctaggtgt	tagggggttt	ccgcccctta	gtgctgaagt	taacgcatta	agcactccgc
901	ctggggagta	cggccgcaag	gctgaaactc	aaaagaattg	acgggggccc	gcacaagcgg
961	tggagcatgt	ggtttaattc	gaagcaacgc	gaagaacctt	accaggtctt	gacatcctct
1021	gcaaccggta	gagataccgg	gttcccttcg	gggacagagt	gacaggtggt	gcatggttgt
1081	cgtcagctcg	tgtcgtgaga	tgttgggtta	agtcccgtaa	cgagcgcaac	ccttaatctt
1141	agttgccagc	attaagttgg	gcactctaag	gtgactgccg	gtgacaaacc	ggaggaaggt
1201	ggggatgacg	tcaaatcatc	atgcccctta	tgacctgggc	tacacacgtg	ctacaatgga
1261	tggaacaaag	ggcagcgaag	ccgcaaggtg	tagcaaatcc	cataaaacca	ttctcagttc
1321	ggattgcagg	ctgcaactcg	cctgcatgaa	gccggaatcg	ctagtaatcg	cggatcagca
1381	tgccgcggtg	aatacgttcc	cgggccttgt	acacaccgcc	cgtcacacca	cgagagttag
1441	caacacccga	agtcggtgag	gtaacacgtt	tacgtgagcc	agccgccgaa	ggtggggcca
1501	atgattgggg	tgaagtcgta	acaaggtagc	cgtatcggaa	ggtgcggctg	gatnacctcc

466. *Virgibacillus necropolis*（墓地枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-15。*Virgibacillus necropolis* Heyrman et al.，2003，sp. nov.（墓地枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DSM 14866 = JCM 16509 = LMG 19488。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ315056。**★种名释意：***necropolis* 为墓地之意，故其中文名称为墓地枝芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *necropolis*，of the necropolis，referring to the mural paintings of the necropolis of Carmona，Spain，from where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 LMG 19488^T 从西班牙卡蒙的墓地样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状 [（2.0～5.0）μm ×（0.5～0.7）μm]、革兰氏阳性、能运动、单生、成对或短链，形成芽胞、椭圆形、端生或次端生、胞囊膨大。MA 培养基上培养 24 h 后形成的菌落直径为 0.2～0.5 mm、呈浅色、略透明（生长 2 d 后不透明）。**★生理特性：**在 37℃厌氧条件下菌株不生长；生长的温度是 10～40℃，最适生长温度是 25～35℃。不加盐生长较弱，最适 NaCl 浓度为 5%～10%。在 5%马血琼脂培养基上有部分溶血活性，但在添加有 7% NaCl 培养基上菌株不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性；API 20E 测试结果表明：硝酸盐能被还原成亚硝酸盐；明胶酶为弱阳性；不产 H_2S 和吲哚；不能利用柠檬酸盐；ONPG 和 V-P 试验为阴性；精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶和色氨酸脱氨酶为阴性；能水解酪蛋白。API 50CHB 测试结果表明，使用添加 7% NaCl 的 CHB 悬浮培养基，利用下列化合物反应弱：甘油、核糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、N-乙酰基葡萄糖胺、D-海藻糖、D-己酮糖、5-酮基 D-葡萄糖酸。能利用下列化合物作为唯一碳源：DL-乳糖（弱）、纤维二糖、D-葡萄糖、D-蜜二糖、棉籽糖、蔗糖和 D-海藻糖。不能利用下列化合物生长：D-阿拉伯糖、D-果糖和 D-木糖。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油。主要呼吸醌是 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.3 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 LMG 19488^T 与 *V. carmonensis* 的同源性为 99.4%，与 *V. pantothenticus* IAM 11061^T、*V. proomii* LMG 12370^T、*Salibacillus salexigens* ATCC 700290^T 和 *S. marismortui* DSM 12325^T 的同源性分别为 95.4%、95.9%、95.1%和 96.2%。DNA-DNA 杂交结果显示菌株 LMG 19488^T 和 *V. carmonensis* LMG 20964^T 的关联度为

39.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gacgaacgct   ggcggcgtgc   ctaatacatg   caagtcgagc   gcgggaagca   agcaatcacc
61      cttcggggtg   tgagcttgtg   gaacgagcgg   cggacgggtg   agtaacacgt   gggcaaccta
121     cctgtaagat   tgggataacc   ccgggaaacc   ggagctaata   ccgaataata   ctttttatca
181     catggtagaa   agttgaaagg   cggcttttgc   tgtcacttac   agatgggccc   gcgtcgcatt
241     agctagttgg   tggggtaatg   gcctaccaag   gcgacgatgc   gtagccgacc   tgagagggtg
301     atcggccaca   ctgggactga   gacacggccc   agactcctac   gggaggcagc   agtagggaat
361     cttccgcaat   ggacgaaagt   ctgacggagc   aacgccgcgt   gagtgatgaa   ggttttcgga
421     tcgtaaaact   ctgttgttag   ggaagaacaa   gtatcgttcg   aatagggcgg   taccatgacg
481     gtacctaacc   agaaagcccc   ggctaactac   gtgccagcag   ccgcggtaat   acgtaggggg
541     caagcgttgt   ccggaattat   tgggcgtaaa   gcgctcgcag   gcggtctttt   aagtctgatg
601     tgaaagccca   cggcttaacc   gtggagggtc   attggaaact   ggaggacttg   agtacagaag
661     aggagagtgg   aattccacgt   gtagcggtga   aatgcgtaga   gatgtggagg   aacaccagtg
721     gcgaaggcga   ctctctggtc   tgtaactgac   gctgaggagc   gaaagcgtgg   ggagcgaaca
781     ggattagata   ccctggtagt   ccacgccgta   aacgatgagt   gctaggtgtt   agggggtttc
841     cgccccttag   tgctgaagtt   aacgcattaa   gcactccgcc   tggggagtac   ggccgcaagg
901     ctgaaactca   aaagaattga   cgggggcccg   cacaagcggt   ggagcatgtg   gtttaattcg
961     aagcaacgcg   aagaacctta   ccaggtcttg   acatcctctg   atagcgatag   agatatcgtg
1021    ttcccttcgg   ggacagagtg   acaggtggtg   catggttgtc   gtcagctcgt   gtcgtgagat
1081    gttgggttaa   gtcccgcaac   gagcgcaacc   cttgatctta   gttgccagca   ttcagttggg
1141    cactctaagg   tgactgccgg   tgacaaaccg   gaggaaggtg   gggatgacgt   caaatcatca
1201    tgccccttat   gacctgggct   acacacgtgc   tacaatggat   ggaacaaagg   gacgcgaagc
1261    cgcgaggtgt   agcaaatccc   ataaaaccat   tctcagttcg   gattgtaggc   tgcaactcgc
1321    ctacatgaag   ccggaatcgc   tagtaatcgc   ggatcagcat   gccgcggtga   atacgttccc
1381    gggccttgta   cacaccgccc   gtcacaccac   gagagttggc   aacacccgaa   gtcggtgagg
1441    taacctttat   ggagccagcc   gccgaaggtg   gggccaatga   ttggggtgaa   gtcgtaacaa
1501    ggtagccgta   tcggaaggtg   cg
```

467. *Virgibacillus olivae*（橄榄油枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-16。*Virgibacillus olivae* Quesada et al.，2007，sp. nov.（橄榄油枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**E308 = DSM 18098 = LMG 23503。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ139839。**★种名释意：***olivae* 为橄榄油之意，菌株分离自橄榄加工过程中产生的残余洗涤水，故其中文名称为橄榄油枝芽胞杆菌（L. gen. n. *olivae*，of an olive，referring to the isolation of the first strains from olive processing waste-wate）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 E308^T 是从西班牙风格的绿色食用橄榄加工过程中产生的残余洗涤水样品中分离而来的。**★形态特征：**细胞直或稍弯曲、圆端杆状（1.8 × 0.26）μm、革兰氏阳性、耐盐、以周生鞭毛运动、单生或成对生长、偶尔短链状生长，形成芽胞、生长慢、近球形或椭球形、端生或次端生。5% HM 海盐培养基上 30℃培养 24 h 后形成的菌落直径为 0.5～2 mm、黄色-浅黄色、半透明、椭圆形、边缘规则、边缘会沿着接种条纹扩散、边缘半透明。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 20～45℃、4～8 和 0～10%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30℃、7 和 5%。菌株耐卡那霉

素、阿米卡星、克林霉素、萘啶酮酸、多黏菌素 B、链霉素和硫酰胺；氨苄西林、庆大霉素、利福平、红霉素、头孢噻吩和青霉素敏感。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性；硝酸盐被还原成亚硝酸盐；能水解淀粉和明胶；不能水解酪氨酸、吐温 20、吐温 40 和吐温 80；不能利用柠檬酸盐作为唯一碳源和能源。不产吲哚；V-P 和甲基红反应为阴性；在西曲溴铵琼脂上菌株不能生长。能利用纤维二糖、D-果糖、D-甘露糖、L-鼠李糖和 D-葡萄糖作为唯一碳源和能源。不能利用 D-半乳糖和麦芽糖作为唯一碳源和能源；利用 D-果糖产酸；利用下列化合物不产酸：D-葡萄糖、纤维二糖、D-甘露糖、蔗糖、D-半乳糖、D-木糖、L-鼠李糖、D-甘露醇、肌醇或核糖醇；不能利用下列化合物作为唯一碳源、氮源和能源：L-半胱氨酸、L-组氨酸、L-甲硫氨酸和 L-缬氨酸。**★化学特性：**主要脂肪酸是 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 30.7 mol%～33.4 mol%，16S rRNA 基因序列显示模式菌株 E308^T 属于 *Virgibacillus*，和 *V. marismortui* 123^T 最高同源性达 99%。DNA-DNA 杂交结果显示 E308^T 和 *V. marismortui* ATCC 700626^T 的关联度小于 47%，表明这些菌株属于 *Virgibacillus* 的一个新种。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tagagtttga tcctggctca ggacgaacgc tggcggcgtg cctaatacat gcaagtcgag
61    cgcgggaagc aggcagatcc tcttngnagg tgacgcctgt ggaacgagcg gcggacgggt
121   gagtaacacg tgggcaacct gcctgtaaga ctgggataac cccgggaaac cggggctaat
181   accggataat acttttcgtt gcataacgag aagttgaaag gcggctttta gctgtcactt
241   acagatgggc ccgcggcgca ttagctagtt ggtaaggtaa cggcttacca aggcgacgat
301   gcgtagccga cctgagaggg tgatcggcca cactgggact gagacacggc ccagactcct
361   acgggaggca gcagtaggga atcttccgca atggacgaaa gtctgacgga gcaacgccgc
421   gtgagtgatg aaggttttcg gatcgtaaaa ctctgttgtt cagggaagaa caagtgccgt
481   tcaaataggg cggcaccttg acggtacctg accagaaagc cccggctaac tacgtgccag
541   cagccgcggt aatacgtagg gggcaagcgt tgtccggaat tattgggcgt aaagcgcgcg
601   caggcggtcc tttaagtctg atgtgaaagc ccacggctta accgtggagg gccattggaa
661   actggaggac ttgagtacag aagaggagag tggaattcca cgtgtagcgg tgaaatgcgt
721   agagatgtgg aggaacacca gtggcgaagg cgactctctg gtctgtaact gacgctgagg
781   tgcgaaagcg tggggagcga acaggattag ataccctggt agtccacgcc gtaaacgatg
841   agtgctaggt gttagggggt ttccgcccct tagtgctgaa gttaacgcat taagcactcc
901   gcctggggag tacggccgca aggctgaaac tcaaaagaat tgacgggggc ccgcacaagc
961   ggtggagcat gtggtttaat tcgaagcaac gcgaagaacc ttaccaggtc ttgacatcct
1021  ctgccaatcc tagagatagg atgttccctt cggggnacag agtgacaggt ggtgcatggt
1081  tgtcgtcagc tcgtgtcgtg agatgttggg ttaagtcccg caacgagcgc aacccttgat
1141  cttagttgcc agcatttagt tgggcactct aaggtgactg ccggtgacaa accggaggaa
1201  ggtggggatg acgtcaaatc atcatgcccc ttatgacctg ggctacacac gtgctacaat
1261  ggatggaaca aagggcagcg aagccgtgag gtcaagcaaa tcccataaaa ccattctcag
1321  ttcggattgc aggctgcaac tcgcctgcat gaagccggaa tcgctagtaa tcgcggatca
1381  gcatgccgcg gtgaatacgt tcccgggcct tgtacacacc gcccgtcaca ccacgagagt
1441  tggtaacacc cgaagtcggt gaggtaacct tttggagcca gccgccgaag gtgggaccaa
1501  tgattggggt gaagtcgtaa caaggtagcc gtatcggaag gtgcggctgg aatcacctcc
1561  ttaa
```

468. *Virgibacillus pantothenticus*（泛酸枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-17。*Virgibacillus pantothenticus*（Proom and Knight，1950）Heyndrickx et al.，1998，comb. nov.（泛酸枝芽胞杆菌）= *Bacillus pantothenticus* Proom and Knight，1950。**★模式菌株：**B0018 = ATCC 14576 = CCUG 7424 = CFBP 4270 = CIP 51.24 = DSM 26 = HAMBI 476 = JCM 20334 = LMG 7129 = NBRC 102447= NCIMB 8775（formerly NCDO 1765）= NCTC 8162 = NRRL NRS-1321 = VKM B-507。**★16S rRNA 基因序列号：**X60627。**★种名释意：***pantothenticus* 为泛酸之意，故其中文名称为泛酸枝芽胞杆菌（N.L. n. *acidum pantothenticum*，pantothenic acid；L. masc. suff. -*icus*，adjectival suffix used with the sense of belonging to；N.L. masc. adj. *pantothenticus*，relating to pantothenic acid）。

【种类描述】**★菌株来源：**菌株 $B0018^T$ 从英国南部的土壤样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性、兼性厌氧、长杆状［（0.5～0.7）μm ×（2～8）μm］，形成芽胞、椭圆形、端生或正端生、胞囊膨胀。在酪蛋白胰酶水解物大豆琼脂培养基上培养 2 d，菌落低凸、圆形、有些不规则、奶油状、不透明、蛋壳状或有光泽，10 倍放大镜下呈现白色皂片状。培养 4 d，菌落直径达 5～10 mm。**★生理特性：**生长的温度是 15～50℃、最适生长温度为 37℃，4% NaCl 能促进生长，而 10% NaCl 抑制其生长。**★生化特性：**不产硫化氢，API 20E 试验显示精氨酸双水解酶、柠檬酸盐利用、硝基苯基-β-D-半乳糖苷酶反应为阳性。过氧化氢酶和氧化酶反应为阳性；硝酸盐还原成亚硝酸盐，能水解马栗树皮苷、明胶和酪蛋白；下列化合物产酸：N-乙酰氨基葡萄糖、D-阿拉伯糖、熊果苷、D-果糖、半乳糖、D-葡萄糖、甘油、麦芽糖、D-甘露糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、鼠李糖、核糖、水杨苷、淀粉、蔗糖、D-己酮糖、海藻糖、松二糖。下列化合物产酸性易变：苦杏仁糖、纤维二糖、L-海藻糖、β-龙胆二糖、葡萄糖酸盐、乳糖、α-甲基-D-甘露糖苷和山梨醇。下列化合物不能产酸：侧金盏花醇、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇或 L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-海藻糖、糖原、吲哚、2-酮基葡萄糖酸盐、5-酮基葡萄糖酸盐、D-木糖、甘露醇、D-蜜二糖、D-松三糖、甲基木糖苷、D-棉籽糖、L-山梨糖、木糖醇和 D-木糖或 L-木糖。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$（二者比例为 1∶3），主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 36.9 mol%，16S rRNA 基因序列聚类分析的结果显示 *Virgibacillus* 菌株聚为两个类群，最大菌群的同源性达 92%，DNA-DNA 杂交关联度分析表明 $B0018^T$ 与 *V. proomii* 菌株 $LMG12370^T$ 的同源性为 23%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gagagtttga  tcttggctcn  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctnatacat  gcaagtcgag
61    cgcgggaagc  aagcagatct  ccttcggggg  tgacgcttgt  ccaacggacg  ggtgagtaac
121   acgtgggcaa  cctacctgta  agactgggat  aactccggga  aaccggggct  aataccggat
181   gatacatatc  gtcgcatgac  gagatgttga  aaggcggcat  atgctgtcac  ttacagatgg
241   gcccgcggcg  cnttagctng  ttggtgagat  naaagctcac  caaggcgncg  atgcgtagcc
301   gacctgagag  ggtnatcggc  cacactggga  ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg
361   cagcngtagg  gaatcttccg  caatggacga  aagtctgacg  gagcnacgcc  gcgtgagtga
421   tgaaggtntt  cggatcgtna  aactctgttg  ttagggaaga  acnagtgcca  ttcgaatngg
481   ttggcacctn  gacggtacct  naccngaaag  ccccggctna  ctacgtgcca  gcagccgcgg
541   tnatacgtag  ggggcaagcg  ttgtccggaa  ttnttgggcg  tnaagcgcgc  gcnggcggtc
```

```
601     ctttaagtct  natgtgaaag  cccacggctn  aaccgtggag  ggccnttgga  aactgggga
661     cttgagtncn  gaagaggaga  gtggaattcc  acgtgtngcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg
721     gaggaacncc  ngtggcgaag  gcgactctct  ngtctgtnac  tgacgctnag  gtgcgaaagc
781     gtgggnagcg  aacaggatta  gataccctng  tagtccacgc  cgtnaacgat  gagtgctagg
841     tgttangggg  tttcngcccc  ttagtgctna  agtnaacgcn  ttaagcactc  cgcctnggga
901     gtacggccgc  aaggctnaaa  ctcnaaagaa  ttgacggggg  accgcacnag  cggtggagcn
961     tgtggtttna  ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacntcc  tctgacgccc
1021    ctagagatag  ggngttcttc  ggggacagag  tgacnggtgg  ngcatggttg  tcgtcagctc
1081    gtgtcgtgag  atgttgggtt  aagtcccgca  acgagcgcna  cccttgatct  tagttgccag
1141    catttagttg  ggcactctaa  ggtnactgcc  ggtgacnaac  cggaggaagg  tggggatgac
1201    gtcnaatcat  catgcccctt  atgaccnngg  ctacacacgt  gctacnatgg  atggaacnaa
1261    gggcngcgaa  gccgcgaggc  caagcnaatc  ccatnaaacc  nttctcngtt  cggattgcag
1321    gctgcnactc  gcctgcatga  agccggaatc  gctngtaatc  gcggatcagc  atgccgcggt
1381    naatacgttc  ccgggtnttg  tacacaccgc  ncgtcacacc  acgagagttg  gtaacaccc
```

469. *Virgibacillus proomii*（普氏枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-18。*Virgibacillus proomii* Heyndrickx et al.，1999，sp. nov.（普氏枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BO413 = F 2737/77 = CIP 106304 = DSM 13055 = LMG 12370。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ012667。**★种名释意：***proomii* 意为 Harold Proom，为该菌株的分离者，故其中文名称为普氏枝芽胞杆菌（N.L. gen. n. *proomii*，of Proom，referring to Harold Proom，the person who，with B.C.J.G. Knight，first isolated a member of this species and who described *Bacillus pantothenticus*）。

【种类描述】**★菌株来源：**菌株 $BO413^T$ 从水样品中分离而来。**★形态特征：**细胞长杆状［（2.0～8.0）μm ×（0.5～0.7）μm］、革兰氏阳性、兼性厌氧，形成芽胞、球形至椭圆形、端生或次端生、胞囊膨大。TSA 培养基上培养 2 d 后形成的菌落直径为 1～4 mm、低凸、圆形、稍不规则、奶油灰色、几乎不透明。**★生理特性：**生长温度是 15～50℃，最适生长温度是 37℃。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性反应；菌株可能需要的营养物质包括泛酸、硫胺素、生物素和氨基酸等；V-P 反应为阴性；不产 H_2S。API 20E 测试结果表明某些菌株能利用柠檬酸盐；精氨酸双水解酶为阳性；不产吲哚；硝酸盐不能被还原成亚硝酸盐；能水解七叶苷和酪氨酸；一般能水解明胶。利用下列碳水化合物产酸不产气：N-乙酰氨基葡萄糖、熊果苷、D-果糖、半乳糖、D-葡萄糖、肌醇、麦芽糖、D-甘露糖、核糖、水杨苷、D-己酮糖和海藻糖。利用下列碳水化合物产酸可变：苦杏仁糖、纤维二糖和葡萄糖（这三种一般不产酸）、糖原、甲基-α-D-葡萄糖苷、鼠李糖、淀粉和蔗糖。利用下列碳水化合物不产酸：核糖醇、D-阿拉伯糖或 L-阿拉伯糖、D-阿拉伯糖醇或 L-阿拉伯糖醇、半乳糖醇、赤藓醇、D-海藻糖或 L-海藻糖、*P*-龙胆二糖、甘油、菊糖、2-酮基-D-葡萄糖酸、5-酮基-葡萄糖酸盐、乳糖、D-木糖、甘露醇、D-蜜二糖、D-松三糖、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基木糖苷、D-棉籽糖、山梨醇、L-山梨糖、D-松二糖、木糖醇或 D-木糖或 L-木糖。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 37 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gcggcgtgcc  taatacatgc  aagtcgagcg  cgggaagcaa  gcagaacccc  ttcgggggtg
```

61	acgcatgtgg	aacgagcggc	ggacgggtga	gtaacacgtg	ggcaacctgc	ctgtaagact
121	gggataactc	cgggaaaccg	gggctaatac	cggataatac	gttttcttgc	ataaggagac
181	gttaaaaggc	ggcgcaagct	gtcacttaca	gatgggcccg	cggcgcatta	gctagttggt
241	ggggtaaaag	cctaccaagg	cgacgatgcg	tagccgacct	gagagggtga	tcggccacac
301	tgggactgag	acacrgccca	gactcctacg	ggaggcagca	gtagggaatc	ttccgcaatg
361	gacgaaagtc	tgacggagca	acgccgcgtg	agtgaagaag	gttttcggat	cgtaaaactc
421	tgttgttagg	gaagaacaag	tgccgttcaa	atagggcggc	accttgacgg	tacctaacca
481	gaaagccccg	gctaactacg	tgccagcagc	cgcggtaata	cgtagggggc	aagcgttgtc
541	cggaattatt	gggcgtaaag	cgcgcgcagg	cggtctttta	agtctgatgt	gaaagcccac
601	ggcttaaccg	tggagggcca	ttggaaactg	gaggacttga	gtacagaaga	ggagagtgga
661	attccacgtg	tagcggtgaa	atgcgtagag	atgtggagga	acaccagtgg	cgaaggcgac
721	tctctggtct	gtaactgacg	ctgaggtgcg	aaagcgtggg	tagcgaacag	gattagatac
781	cctggtagtc	cacgccgtaa	acgatgagtg	ctaggtgtta	gggggtttcc	gccccttagt
841	gctgcagtta	acgcattaag	cactccgcct	ggggagtacg	gccgcaaggc	tgaaactcaa
901	aagaattgac	ggggacccgc	acaagcggtg	gagcatgtgg	tttaattcga	agcaacgcga
961	agaaccttac	caggtcttga	catcctctga	cggccctaga	gatagggagt	tcccttcggg
1021	gacagagtga	caggtggtgc	atggttgtcg	tcagctcgtg	tcgtgagatg	ttgggttaag
1081	tcccgcaacr	agcgcaaccc	ttgatcttar	ttgccagcat	tcagttgggc	actctaaggt
1141	gactgccggt	gacaaaccgg	aggaaggtgg	ggatgacgtc	aaatcatcat	gccccttatg
1201	acctgggcta	cacacgtgct	acaatggatg	gaacaaaggg	cagcgaagcc	gtgaggccaa
1261	gcaaatccca	caaaaccatt	ctcagttcgg	attgcaggct	gcaactcgcc	tgcatgaagc
1321	cggaatcgct	agtaatcgcg	gatcagcatg	ccgcggtgaa	tacgttcccg	ggtcttgtac
1381	acaccgcccg	tcacaccacg	agagttggta	acacccgaag	tcggtgaggt	aaccgtaagg
1441	agccagccgc	cgaaggtggg	accaatgatt	ggggtgaagt	cgtaacaagg	tasccgtatc
1501	ggaagg					

470. *Virgibacillus salarius*（盐枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-19。*Virgibacillus salarius* Hua et al.，2008，sp. nov.（盐枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SA-Vb1 = DSM 18441 = JCM 12946。**★16S rRNA 基因序列号：**AB197851。**★种名释意：***salarius* 为盐之意，故中文名称为盐枝芽胞杆菌（L. masc. adj. *salarius*，of or belonging to salt）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SA-Vb1^T 从突尼斯 Gharsa 盐湖盐壳样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（1.8～3.5）μm ×（0.6～0.9）μm］、革兰氏阳性、能运动、单生、成对或短链状生长、形成芽胞、球形或椭球形、端生或次端生、胞囊膨大。含 10% NaCl 的固体培养基 30～35℃培养 48 h 后形成的菌落直径为 2.0～2.5 mm、呈圆形、啮蚀状或微丝状凸起、不透明、白色。**★生理特性：**无 NaCl 时菌株不生长，NaCl 浓度为 0.5%时菌株弱生长；生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 10～50℃、5.5～10 和 0.5%～2.5%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30～35℃、7.5 和 7%～10%。厌氧条件下菌株不生长。**★生化特性：**硝酸盐不能被还原成亚硝酸盐；过氧化氢酶、氧化酶和明胶酶为阳性；抗酸染色、苯丙氨酸脱氨酶、色氨酸脱氨酶、精氨酸双水解酶和脲酶为阴性；能水解吐温 40、吐温 80、酪蛋白和七叶苷；不能水解淀粉；不产 H_2S 和吲哚。利用下列化合物产

酸：D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、N-乙酰氨基葡萄糖、熊果苷、麦芽糖、D-己酮糖、甘油、水杨苷和纤维二糖。利用下列化合物不产酸：DL-阿拉伯糖、DL-木糖、D-半乳糖、L-鼠李糖、肌醇、D-甘露醇、蔗糖、海藻糖或蜜二糖。能利用下列化合物作为唯一碳源：吐温 40、吐温 80、N-乙酰-D-葡萄糖胺、D-果糖、D-甘露糖、龙胆二糖、α-氧代丁酸、α-酮戊二酸、尿苷和胸苷。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。细胞极性脂包括磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂和其他两个未知磷脂。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 37.3 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果显示菌株 SA-Vb1^T 和 *V. marismortui* 和 *V. olivae* 模式菌株亲缘相近，16S rRNA 的序列同源性分别为 99.7%和 99.4%。SA-Vb1^T 与 *V. pantothenticus* IAM 11061^T 和该属其他物种的模式菌株的同源性为 96%～98%，DNA-DNA 杂交关联度为 18.3%～22.3%。16S rRNA 基因序列如下。

1	ttagagtttg	gaacctggct	caggacgaac	gctggcggcg	tgcctaatac	atgcaagtcg
61	agcgcgggaa	gcaggcagat	cctcttcgga	ggtgacgcct	gtggaacgag	cggcggacgg
121	gtgagtaaca	cgtgggcaac	ctgcctgtaa	gattgggata	accccgggaa	accggggcta
181	ataccggata	atacttttcg	ttgcataacg	agaagttgaa	aggcggcttt	tagctgtcac
241	ttacagatgg	gcccgcggcg	cattagctag	ttggtaaggt	aacggcttac	caaggcgacg
301	atgcgtagcc	gacctgagag	ggtgatcggc	cacactggga	ctgagacacg	gcccagactc
361	ctacgggagg	cagcagtagg	gaatcttccg	caatggacga	aagtctgacg	gagcaacgcc
421	gcgtgagtga	tgaaggtttt	cggatcgtaa	aactctgttg	tcagggaaga	acaagtgccg
481	ttcaaatagg	gcggcacctt	gacggtacct	gaccagaaag	ccccggctaa	ctacgtgcca
541	gcagccgcgg	taatacgtag	ggggcaagcg	ttgtccggaa	ttattgggcg	taaagcgcgc
601	gcaggcggtc	ctttaagtct	gatgtgaaag	cccacggctt	aaccgtggag	ggccattgga
661	aactggagga	cttgagtaca	gaagaggaga	gtggaattcc	acgtgtagcg	gtgaaatgcg
721	tagagatgtg	gaggaacacc	agtggcgaag	gcgactctct	ggtctgtaac	tgacgctgag
781	gtgcgaaagc	gtggggagcg	aacaggatta	gataccctgg	tagtccacgc	cgtaaacgat
841	gagtgctagg	tgttaggggg	tttccgcccc	ttagtgctga	agttaacgca	ttaagcactc
901	cgcctgggga	gtacggccgc	aaggctgaaa	ctcaaaagaa	ttgacggggg	cccgcacaag
961	cggtggagca	tgtggtttaa	ttcgaagcaa	cgcgaagaac	cttaccaggt	cttgacatcc
1021	tctgccaatc	ctagagatag	gatgttccct	tcggggacag	agtgacaggt	ggtgcatggt
1081	tgtcgtcagc	tcgtgtcgtg	agatgttggg	ttaagtcccg	caacgagcgc	aacccttgat
1141	cttagttgcc	agcatttagt	tgggcactct	aaggtgactg	ccggtgacaa	accggaggaa
1201	ggtggggatg	acgtcaaatc	atcatgcccc	ttatgacctg	ggctacacac	gtgctacaat
1261	ggatggaaca	aagggcagcg	aagccgcgag	gtcaagcaaa	tcccataaaa	ccattctcag
1321	ttcggattgc	aggctgcaac	tcgcctgcat	gaagccggaa	tcgctagtaa	tcgcggatca
1381	gcatgccgcg	gtgaatacgt	tcccgggcct	tgtacacacc	gcccgtcaca	ccacgagagt
1441	tggtaacacc	cgaagtcggt	gaggtaacct	ttggagccag	ccgccgaagg	tgggaccaat
1501	gattggggtg	aagtcgtaac	aaggtagccg	tatcggaagg	tgcggctgga	tcacctcctt
1561	tcta					

471. *Virgibacillus salexigens*（需盐枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-20。*Virgibacillus salexigens*（Garabito et al.，1997）Heyrman et al.，

2003，comb. nov.（需盐枝芽胞杆菌）= *Bacillus salexigens* Garabito et al.，1997。**★模式菌株：**C-20Mo = ATCC 700290 = CCM 4646 = CCUG 52350 = CIP 105608 = DSM 11483 = LMG 21520。**★16S rRNA 基因序列号：**Y11603。**★种名释意：***salexigens* 中 *sal* 为盐之意，*exigere* 为需要之意，故其中文名称为需盐枝芽胞杆菌（L. n. *sal salis*，salt; L. v. *exigere*，to demand；N.L. part. adj. *salexigens*，salt demanding）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 C-20Mo^T 从西班牙不同地理区域的盐场和高盐土壤样品中分离而来。**★形态特征：**菌株杆状（0.3～0.6 μm）、能运动、严格好氧、形成芽胞。单个、成对或以短链形式呈现。芽胞椭圆形。中生或近端生、胞囊膨大。菌落无颜色、光滑、圆形、凸起。**★生理特性：**生长的 NaCl 浓度为 7%～20%（w/v），最适 NaCl 浓度为 10%（w/v），生长的温度为 15～45℃，最适生长温度为 37℃，生长的 pH 为 6.0～11.0，最适 pH 为 7.5。对氨苄西林、羧苄西林、头孢噻吩、氯霉素、红霉素、新生霉素和青霉素 G 敏感，对那利得酸和多黏菌素不敏感。**★生化特性：**氧化酶为阳性。利用下列化合物产酸：D-果糖、D-葡萄糖、甘油、麦芽糖、D-甘露醇和甘露糖。下列化合物不产酸：半乳糖醇、D-半乳糖、乳糖、D-蜜二糖、L-鼠李糖、D-海藻糖和 D-木糖。七叶苷、酪蛋白、DNA 和明胶能被水解，淀粉、吐温 80 和酪氨酸不能被水解；能产 H_2S；精氨酸双水解酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶、苯丙氨酸脱氨酶及柠檬酸盐试验显示阴性。下列化合物能被用作唯一碳源和能源：N-乙酰-D-葡萄糖胺、N-乙酰谷氨酸盐、谷氨酸盐、L-丙氨酰-甘氨酸、纤维二糖、2-脱氨腺苷、葡聚糖、D-果糖、D-葡萄糖、甘油、甘氨酰-L-谷氨酸盐、肌苷、L-乳酸盐、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露糖、D-蜜二糖、丙酮酸盐、D-阿洛酮糖、D-棉籽糖、D-核糖、水杨苷、蔗糖、胸苷、尿苷和 D-木糖，而对羟基苯乙酸和琥珀酸不能被用作唯一碳源和能源。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 *meso*-二氨基庚二酸。主要的极性脂类是磷脂酰甘油、二磷脂甘油和两个未知结构的磷脂。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**16S rRNA 序列分析发现该菌株与芽胞杆菌属成员聚为一群，与 *Bacillus pantothenticus* 和 *Halobacillus litoralis* 的同源性分别为 95.4%和 94.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gggncgaacn  ctggcggcgt  gcctaataca  tgcaagtcga  gcgcgggaag  caggcagact
61     tnncgggagt  gatgcctgtg  gaacgagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaacctg
121    cctgtaagac  tgggataacc  ccgggaaacc  ggggctaata  ccggataaca  ctttttgtac
181    atgcaagaag  ttgaaaggcg  gcctttttgg  ctgtcactta  cagatgggcc  cgcggcgcat
241    tagctagttg  gtagggtaac  ggcctaccaa  ggcaacgatg  cgtagccgac  ccgagagggt
301    gatcggccac  actgggacta  agaaagggcc  aannctccta  cgggaggcag  cagtggggaa
361    ccgacctcaa  nagacgaaag  nccgacggag  caacncgctg  agtatgaagg  tttttggatc
421    gtaaaactct  gttgttaggg  aagaacaagt  gccgttcaaa  tagggcggca  ccttgacggt
481    acctaaccag  aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca
541    agngttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaagg  ggtcccttaa  gtctgatgtg
601    aaagcccacg  gttcaaccgt  ggatggccat  tggaaactgg  aggacttgag  tacagaaggg
661    gagagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtcgaggaa  caccagtngc
721    gaaggcgact  ctctggtctg  taactgacgc  tgaggtgcga  aagcgtgggg  agcgaacagg
781    attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgttgagtgc  taggtgttag  ggggtttccg
841    cccttagtgc  tgaagttaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggc  cgcaagctga
```

901	aactcaaaag	aattnacggg	ggcccgcaca	agcggtggag	catgtagttt	aattcgaagc
961	aacgcgaaga	accttaccag	gtcttgacat	cctctgacac	ccctagagat	agggcattcc
1021	cttcggggac	agagtgacag	gtggtgcatg	gttgtcgtca	gctcgtgtcg	tgagatgttg
1081	ggttaagtcc	cgcaacgagc	gcaacccttg	atcttagttg	ccagcattga	gttgggcact
1141	ctaaggtgac	tgccggtgac	aaaccggagg	aaggtgggga	tgacgtcaaa	tcatcatgcc
1201	ccttatgacc	tgggctacac	acgtgctaca	atggatggaa	caaagggcag	cgaaaccgca
1261	aggtcaagca	aatcccataa	anccattctc	agttcggatt	gcaggctgca	actcgcctca
1321	tgagccggaa	tcgctagtaa	tcgcggatca	gcatgccgcg	gtgaatacgt	tcccgggcct
1381	tgtacacacc	gccgtacaac	anngagagtt	ggtaacaccc	gaagtcggtg	aggtaacctt
1441	ttggagccag	ccgccgaagg	tgggaccaat	gattggggtn	aagtcgtaac	aaggtaancg
1501	tatcggaagg	tgcggctgga	tcacctcctt	tct		

472. *Virgibacillus salinus*（盐湖枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-21。*Virgibacillus salinus* Carrasco et al.，2009，sp. nov.（盐湖枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**XH-22 = XH22 = CCM 7562 = CECT 7439 = DSM 21756。**★16S rRNA 基因序列号：**FM205010。**★种名释意：***salinus* 为盐之意，故其中文名称为盐湖枝芽胞杆菌（L. masc. adj. *salinus*，of or belonging to salt）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 XH-22^T 从我国内蒙古自治区锡林浩特附近的盐湖样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［0.9 μm ×（1.5～6.0）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、中度嗜盐、单生、成对或短链状生长、能运动，在含 Mn 培养基 28℃培养 4 d 后形成芽胞、球形至椭球形、端生或次端生、胞囊膨大。含 10%NaCl 的 HM 培养基 37℃培养 24 h 后形成的菌落直径约 1 mm、呈圆形、不透明、全缘、浅黄色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和盐浓度分别是 15～40℃、6.0～10.0 和 3%～20%；最适生长温度、pH 和盐浓度分别是 37℃、7.5 和 10%。对下列化合物敏感：氨苄西林片（10 μg）、杆菌肽（10 U）、氯霉素（30 μg）、红霉素（15 μg）和新生霉素（30 μg）；耐庆大霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、萘啶酮酸（30 μg）、新霉素（10 μg）、青霉素（10 U）和利福平（30 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性；氧化酶为阴性；硝酸盐被还原成亚硝酸盐。利用下列化合物产酸：阿拉伯糖、D-果糖、半乳糖、D-葡萄糖、D-乳糖、麦芽糖、蔗糖、海藻糖和 D-木糖；利用甘油或 D-甘露醇不产酸。不能水解酪蛋白、明胶和淀粉；能水解吐温 80 和七叶苷；不产 H_2S 和吲哚；甲基红、柠檬酸盐利用、V-P 反应、磷酸酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶试验为阴性。能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：D-阿拉伯糖、D-半乳糖、D-乳糖、麦芽糖、蔗糖、D-木糖、乙醇、D-甘露醇、木糖醇、柠檬酸盐、甲酸盐和丙酸盐。不能利用下列化合物：淀粉、纤维二糖、D-果糖、L-海藻糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、蜜二糖、棉籽糖、D-核糖、海藻糖、丁醇、半乳糖醇、甘油、肌醇、丙醇、D-山梨糖醇、甲醇、乙酸盐、苯甲酸盐、富马酸盐、丁二酸和戊酸。能利用下列化合物作为唯一碳源、氮源和能源：L-丙氨酸、L-精氨酸、L-甲硫氨酸、L-丝氨酸、L-苏氨酸和色氨酸。不能利用下列化合物：L-半胱氨酸、苯丙氨酸、谷氨酸和 L-鸟氨酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖中含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{14:0}$。极性脂类包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、

糖脂类和两种未经确认的磷脂质。★**分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 38.8 mol%。16S rRNA 序列分析表明该菌株属于 *Virgibacillus*。XH-22^{T} 和 *Virgibacillus* 的菌株 16S rRNA 序列同源性为 97.6%～94.9%。XH-22^{T} 与 *V. carmonensis* DSM 14868^{T} 和 *Virgibacillus necropolis* DSM 14866^{T} 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 32%和 28%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      tggctcagga  cgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcgc  gggaagcaga
61     cggatccctt  cggggtgaag  tttgtggaac  gagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc
121    aacctacctg  taagactggg  ataaccccgg  gaaaccgggg  ctaataccgg  ataacatttt
181    tcagcacatg  ttgagaaatt  gaaaggcggc  ttttagctgt  cacttacaga  tgggcccgcg
241    gcgcattagt  tagttggtag  ggtaacggcc  taccaaggcg  acgatgcgta  gccgacctga
301    gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt
361    agggaatcat  ccgcaatgga  cgaaagtctg  acggtgcaac  gccgcgtgag  tgatgaaggt
421    tttcggatcg  taaaactctg  ttgttaggga  agaacaagta  ccgtttgaat  aaggcggtac
481    cttgacggta  cctaaccaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
541    tagggggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  ctcgcaggcg  gtcttttaag
601    tctgatgtga  aagcccacgg  ctcaaccgtg  gagggtcatt  ggaaactgga  ggacttgagt
661    gcagaagagg  agagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac
721    accagtggcg  aaggcgactc  tctggtctgt  aactgacgct  gaggagcgaa  agcgtgggga
781    gcgaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aggtgttagg
841    gggtttccgc  cccttagtgc  tgaagttaac  gcattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggc
901    cgcaaggctg  aaactcaaaa  gaattgacgg  gggcccgcac  aagcggtgga  gcatgtggtt
961    taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcctctgcaa  gcggtagaga
1021   taccgtgttc  ccttcgggga  cagagtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc
1081   gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcatta
1141   agttgggcac  tctaaggtga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa
1201   atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac  aatggatgga  acaaagggca
1261   gcgaagccgc  aaggtgtagc  aaatcccata  aaaccattct  cagttcggat  tgcaggctgc
1321   aactcgcctg  catgaagccg  gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata
1381   cgttcccggg  ccttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agnnggcaac  acccgaagtc
1441   ggtgaggtaa  ccattatgga  gccagccgcc  ga
```

473. *Virgibacillus sediminis*（沉积物枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-22。*Virgibacillus sediminis* Chen et al.，2009，sp. nov.（沉积物枝芽胞杆菌）。★**模式菌株：**YIM kkny3 = CCTCC AA 207023 = DSM 19797 = KCTC 13193。★**16S rRNA 基因序列号：**AY121430。★**种名释意：***sediminis* 为沉积物之意，故其中文名称为沉积物枝芽胞杆菌（L. gen. n. *sediminis*，of sediment）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 YIM kkny3^{T} 从我国西北部的柴达木盆地的盐湖收集来的沉积物样品中分离而来。★**形态特征：**细胞杆状［0.4 μm ×（0.7～2.5）μm］、革兰氏阳性、中度嗜盐、耐碱、严格好氧、单生或成对或短链状生长、以周生鞭毛运动，形成芽胞、椭球形、次端生、胞囊膨大。含 5% NaCl 的 MA 培养基 37℃培养 3 d 后形成的菌落直径为 2～3 mm、圆形至微不规则、凸起、透明、乳白色至浅黄色。无色素产生。★**生理特性：**生长的温度、pH 和盐浓度分别是 10～55℃、6.0～10.5 和 1%～20%，最适

生长温度、pH 和盐浓度分别是 35～40℃、7.5～8.0 和 5%～10%。NaCl 作为唯一盐源时菌株不能生长。细胞耐氨苄西林（30 μg）、庆大霉素（10 μg）和萘啶酮酸（20 μg），但是对下列化合物敏感：氯霉素（30 μg）、卡那霉素（30 μg）、林可霉素（2 μg）、新生霉素（30 μg）、多黏菌素 B（30 μg）、利福平（5 μg）、链霉素（10 μg）和四环素（30 mg）。**★生化特性：**能水解七叶苷和明胶；不能水解酪蛋白、淀粉、吐温 20、吐温 40、吐温 60、吐温 80 及尿素；硝酸盐能被还原；能氧化葡萄糖；不能发酵葡萄糖；不产 H_2S 和吲哚；甲基红和 V-P 反应为阴性；能利用下列化合物产酸：纤维二塘、葡萄糖、果糖、D-甘露糖和松二糖。能利用下列化合物作为唯一碳源和能源或唯一碳源、氮源和能源：纤维二糖、糊精、葡萄糖、麦芽糖、D-甘露糖、D-核糖、海藻糖、葡萄糖酸酯和丙氨酸。不能利用下列化合物：L-阿拉伯糖、D-果糖、D-半乳糖、D-乳糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-水杨苷、蔗糖、D-木糖、侧金盏花醇、D-阿糖醇、甘油、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、丁酸盐、柠檬酸、延胡索酸酯、丙酸酯、琥珀酸盐、L-天冬酰胺、L-半胱氨酸、L-谷氨酸、D-甘氨酸、L-组氨酸、L-羟基脯氨酸、L-异亮氨酸、L-亮氨酸、L-甲硫氨酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸和 L-缬氨酸。下列酶有活性：酸性磷酸酶、酯酶（C4）、白明胶酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、亮氨酸芳基酰胺酶和萘酚-AS-BI-磷酸水解酶。未观察到下列酶有活性：碱性磷酸酶、N-乙酰-β葡萄糖胺酶、精氨酸双水解酶、α-胰凝乳蛋白酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、酯酶（C8）、α-岩糖苷酶、α-藻半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、酯酶（C14）、赖氨酸脱羧酶、α-甘露糖苷酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱羧酶、胰蛋白酶和缬氨酸芳基酰胺酶（API 20E 和 API ZYM）。全细胞水解产物包括 *meso*-二氨基庚二酸和半乳糖、葡萄糖、核糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。极性脂有二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和一种未知的磷脂。主要细胞脂肪酸（组成总量的 86.2%）为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 40.9 mol%。16S rRNA 序列比对分析结果表明菌株 YIM kkny3^T 属于 *Virgibacillus*，并且与 *V. olivae*、*V. marismortui* 和 *V. kekensis* 模式菌株的同源性分别为 97.1%、97.0%和 96.8%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 YIM kkny3^T 和 *V. olivae*、*V. marismortui*、*V. kekensis* 模式菌株之间的关联度分别为 12.4%、10.6%和 15.7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    gcgggaagca  ggtagaaccc  cttcggggat  gacacctgtg  gaacgagcgg  cggacgggtg
121   agtaacacgt  gggcaacctg  cctgtaagac  tgggataacc  ccgggaaacc  ggggctaata
181   ccggataaca  cttccattca  catggacgga  agttgaaagg  cggcctttgg  ctgtcgctta
241   cagatgggcc  cgcggcgcat  tagctagttg  gtggggtaat  ggcctgccaa  ggcgacgatg
301   cgtagccgac  ctgagagggt  gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta
361   cgggaggcag  cagtagggaa  tcttccgcaa  tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg
421   tgagtgatga  aggttttcgg  atcgtaaagc  tctgttgtca  gggaagaaca  agtgccgttc
481   aaatagggcg  gcaccttgac  ggtacctgac  cagaaagccc  cggctaacta  cgtgccagca
541   gccgcggtaa  tacgtagggg  gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca
601   ggcggtcctt  taagtctgat  gtgaaagccc  acggcttaac  cgtggagggt  cattggaaac
661   tggaggactt  gagtacagaa  gaggagagtg  gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag
721   agatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg  actctctggt  ctgtaactga  cgctgaggcg
781   cgaaagcgtg  gggagcgaac  aggattagat  accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgag
```

841	tgctaggtgt	tagggggttt	ccgcccctta	gtgctgaagt	taacgcatta	agcactccgc
901	ctggggagta	cggccgcaag	gctgaaactc	aaaagaattg	acgggggccc	gcacaagcgg
961	tggagcatgt	ggtttaattc	gaagcaacgc	gaagaacctt	accaggtctt	gacatcctct
1021	gaccaccctg	gagacagggc	ttccccttcg	gggcagagt	gacaggtggt	gcatggttgt
1081	cgtcagctcg	tgtcgtgaga	tgttgggtta	agtcccgcaa	cgagcgcaac	ccttgatctt
1141	agttgccagc	attcagttgg	gcactctaag	gtgactgccg	gtgacaaacc	ggaggaaggt
1201	ggggatgacg	tcaaatcatc	atgcccctta	tgacctgggc	tacacacgtg	ctacaatgga
1261	tggaacaaag	ggcagcgaag	ccgcgaggcc	aagcaaatcc	cataaaacca	ttctcagttc
1321	ggattgcagg	ctgcaactcg	cctgcatgaa	gccggaatcg	ctagtaatcg	cggatcagca
1381	tgccgcggtg	aatacgttcc	cgggccttgt	acacaccgcc	cgtcacacca	cgagagttgg
1441	taacacccga	agtcggtgag	gtaacctttt	ggagccagcc	gccgaaggtg	ggaccaatga
1501	ttggggtgaa	gtcgtaacaa	ggtagccgta	tcggaaggtg	cggctggatc	acctcctttc
1561	tg					

474. *Virgibacillus siamensis*（暹罗枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-23。*Virgibacillus siamensis* Tanasupawat et al.，2011，sp. nov.（暹罗枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MS3-4 = JCM 15395 = TISTR 1957。**★16S rRNA 基因序列号：**AB365482。**★种名释意：***siamensis* 为暹罗（泰国旧称）之意，故其中文名称为暹罗枝芽胞杆菌属（N.L. masc. adj. *siamensis*，of or belonging to Siam，the old name of Thailand，from where the first strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MS3-4^T 从泰国发酵的鱼样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状 [（0.5～0.7）μm ×（2～5）μm]、革兰氏阳性、菌落凸起、圆形、红色、直径 2～5 mm、可运动、芽胞端生或近端生。**★生理特性：**生长温度是 15～40℃，最适生长温度为 37℃；生长 pH 是 7.0～8.0，最适生长 pH 是 7.0；生长的 NaCl 浓度是 1%～20%，最适生长 NaCl 浓度为 5%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性；能水解明胶、淀粉和 L-酪氨酸，不能水解精氨酸、七叶苷和吐温 80，不产 H_2S，硝酸盐不能被还原成亚硝酸盐、不能利用柠檬酸盐。下列化合物能产酸：D-纤维二糖、D-葡萄糖、D-麦芽糖、D-核糖、L-山梨糖、D-木糖。下列化合物不能产酸：L-阿拉伯糖、D-半乳糖、甘油、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、水杨苷、蔗糖、海藻糖、肌醇。**★化学特性：**细胞的主要脂肪酸包括 anteiso-$C_{15:0}$（55.8%）和 anteiso-$C_{17:0}$（17.7%），其极性脂包括磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和一种未鉴定的糖脂。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 38.0 mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示菌株 MS3-4^T 与 *V. carmonensis* KCTC 3819^T 亲缘关系相近（同源性 95.9%）。16S rRNA 基因序列如下。

1	tcaggacgaa	cgctggcggc	gtgcctaata	catgcaagtc	gagcgcggga	agcaagcgga
61	agccttcggg	tggatgcttg	tggaacgagc	ggcggacggg	tgagtaacac	gtgggcaacc
121	tgcctgtaag	atggggataa	ctccgggaaa	ccggggctaa	taccgaatga	agcgcgtcat
181	cgcatgatga	cgtgatgaaa	ggcggctttt	agctgtcact	tacagatggg	cccgcggcgc
241	attagttagt	tggtggggta	agagcctacc	aaggcgacga	tgcgtagccg	acctgagagg
301	gtgatcggcc	acactgggac	tgagacacgg	cccagactcc	tacgggaggc	agcagtaggg
361	aatcatccgc	aatggacgaa	agtctgacgg	tgcaacgccg	cgtgagtgat	gaaggttttc

421	ggatcgtaaa	actctgttgt	cagggaagaa	caagtaccgt	ttgaataagg	cggtaccgtg
481	acggtacctg	accagaaagc	cccggctaac	tacgtgccag	cagccgcggt	aatacgtagg
541	gggcaagcgt	tgtccggaat	tattgggcgt	aaagcgctcg	caggcggtct	tttaagtctg
601	atgtgaaatc	tcgcggctta	accgcgaatg	gtcattggaa	actggaggac	ttgagtacag
661	aagaggagag	tggaattcca	cgtgtagcgg	tgaaatgcgt	agagatgtgg	aggaacacca
721	gtggcgaagg	cgactctctg	gtctgtaact	gacgctgagg	agcgaaagcg	tggggagcga
781	acaggattag	ataccctggt	agtccacgcc	gtaaacgttg	agtgctaggt	gttagggggt
841	ttccgcccct	tagtgctgca	gttaacgcat	taagcactcc	gcctggggag	tacggccgca
901	aggctgaaac	tcaaaagaat	tgacgggggc	ccgcacaagc	ggtggagcat	gtggtttaat
961	tcgaagcaac	gcgaagaacc	ttaccaggtc	ttgacatcct	ctgccagcgc	tggagacagc
1021	gtgttccctt	cggggacaga	gtgacaggtg	gtgcatggtt	gtcgtcagct	cgtgtcgtga
1081	gatgttgggt	taagtcccgc	aacgagcgca	acccttaatc	ttagttgcca	gcattgagtt
1141	gggcactcta	aggtgactgc	cggtgacaaa	ccggaggaag	gtggggatga	cgtcaaatca
1201	tcatgcccct	tatgacctgg	gctacacacg	tgctacaatg	gatggaacag	agggcagcga
1261	agccgcaagg	tgtagcaaat	cccataaaac	cattctcagt	tcggatngca	ggctgcaact
1321	cgcctgcatg	aagccggaat	cgctagtaat	cgcggatcag	catgccgcgg	tgaatacgtt
1381	cccgggcctt	gtacacaccg	cccgtcacac	cacgagagtt	ggcaacaccc	gaagtcggtg
1441	aggtaacctt	ttggagccag	ccgccgaagg	tggggccaat	gattggggtg	aagtcgtaac
1501	aaggtagccg	tatcggaagg	tgcg			

475. *Virgibacillus soli*（土壤枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-24。*Virgibacillus soli* Kämpfer et al.，2011，sp. nov.（土壤枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CC-YMP-6 = CCM 7714 = DSM 22952。**★16S rRNA 基因序列号：**EU213011。**★种名释意：***soli* 为土壤之意，故其中文名称为土壤枝芽胞杆菌（L. gen. n. *soli*，of soil，the source of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CC-YMP-6^T 从台湾阳明山上采集的土壤样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状（0.5 μm× 5.0 μm）、革兰氏阳性至革兰氏染色可变、兼性厌氧，形成芽胞、球形至椭球形、端生。**★生理特性：**生长温度是 15～40℃，最适生长温度是 25～30℃，5℃或 45℃菌株不能生长；生长 pH 是 7.0～10.0，最适生长 pH 是 7.5～8.5；生长的 NaCl 浓度是 0～6%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性；能水解明胶和淀粉；不产 H_2S、吲哚和 3-羟基丁酮；硝酸盐在好氧条件下能被还原成亚硝酸盐；不能利用柠檬酸盐；明胶酶为阳性反应；脲酶、β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶为阴性；能利用葡萄糖和蔗糖作为唯一碳源。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7，主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和一种未鉴定的磷脂，还有少量的两个未鉴定的氨基磷脂和磷脂。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 CC-YMP-6^T 明显属于 *Virgibacillus*，与菌株 *V. halophilus* 和 *V. kekensis* 的同源性分别为 96.2%和 96.3%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gctcaggacg	aacgctggcg	gcgtgcctaa	tacatgcaag	tcgagcgcgg	gaagcaagct
61	gatcccttcg	gggtgacgct	tgtggaacga	gcggcggacg	ggtgagtaac	acgtgggcaa

```
121     cctacctgta  agactgggat  aactccggga  aaccggggct  aataccggat  gatacttttt
181     accacatggt  gagaagatga  aagatggctt  cggctatcac  ttacagatgg  gcccgcggcg
241     cattagctag  ttggtgggat  aacggcctac  caaggcaacg  atgcgtagcc  gacctgagag
301     ggtgatcggc  cacactggga  ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg
361     gaatcttccg  caatggacga  aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  tgaaggtttt
421     cggatcgtaa  aactctgttg  ttagggaaga  acaagtaccg  tttaaataag  gcggtacctt
481     gacggtacct  aaccagaaag  ccccggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag
541     ggggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggcc  ttttaagtct
601     gatgtgaaag  tctacggctt  aaccgtagaa  ggccattgga  aactggaggg  cttgagtgca
661     gaagaggaga  gtggaattcc  atgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatatg  gaggaacacc
721     agtggcgaag  gcgactctct  ggtctgcaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc  gtgggtagcg
781     aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctagg  tgttaggggg
841     tttccgcccc  ttagtgctga  agttaacgca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggccgc
901     aaggctgaaa  ctcaaaagaa  ttgacggggg  cccgcacaag  cggtggagca  tgtggtttaa
961     ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  tctgacaact  ctagagatag
1021    agctttccct  tcggggacag  agtgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg
1081    agatgttggg  ttaagtcccg  caacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc  agcattaagt
1141    tgggcactct  aaggtgactg  ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc
1201    atcatgcccc  ttatgacctg  ggctacacac  gtgctacaat  ggatggtaca  gagggcagcg
1261    aagccgcgag  gtgaagcaaa  tcccacaaaa  ccattctcag  ttcggattgc  aggctgcaac
1321    tcgcctgcat  gaagccggaa  tcgctagtaa  tcgtggatca  gcatgccacg  gtgaatacgt
1381    tcccgggcct  tgtacacacc  gcccgtcaca  ccacgagagt  tgacaacacc  cgaagtcggt
1441    gaggtaaccg  taaggagcca  gccgccgaag  gtggggccaa  tgattggggt  gaagtcgtaa
1501    caaggtagcc  gtatcggaag  gtgcgg
```

476. *Virgibacillus subterraneus*（地下枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-25。*Virgibacillus subterraneus* Wang et al.，2010，sp. nov.（地下枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**H57B72 = CGMCC 1.7734 = DSM 22441。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ746573。**★种名释意：***subterraneus* 为地下之意，故其中文名称为地下枝芽胞杆菌（L. masc. adj. *subterraneus*，underground，subterranean，indicating the source of isolation of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 H57B72^T 从我国青海省柴达木盆地地表下的盐碱土样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（0.1～1.0）μm × 3.0 μm］、革兰氏阳性、严格好氧、以周生鞭毛运动、单生或成对或短链状生长、形成芽胞、椭球形或球形、端生、胞囊膨大。GM 琼脂培养基上 30℃培养 2 d 后形成的菌落直径为 2.0～3.0 mm、呈圆形、边缘稍不规则、浅黄色、不透明、微凸。培养 3 d 后，菌落变成浅黄色。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 10～50℃、6.0～9.0 及 0～25%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 30℃、7.5 和 9%。细胞对下列化合物敏感：氨苄西林（10 μg）、青霉素 G（10 U）、头孢唑啉（30 μg）、庆大霉素（10 μg）、链霉素（10 μg）、四环素（30 μg）、氯霉素（30 μg）、克林霉素（2 μg）、红霉素（15 μg）、诺氟沙星（10 μg）、万古霉素（30 μg）、环丙沙星（5 μg）、卡那霉素（30 μg）、新霉素（30 μg）、多黏菌素 B（300 U）、利

福平（5 μg）、大观霉素（100 μg）、交沙霉素（15 μg）、麦迪霉素（15 μg）、杆菌肽（0.04 U）和新生霉素（5 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶和明胶酶为阳性；甲基红试验为阳性；产 H_2S；不产吲哚；V-P 反应、脲酶、蛋白酶、支链淀粉酶、淀粉酶、酯酶、脱氧核糖核酸酶、磷酸酶和 β-葡萄糖苷酶为阴性；厌氧条件下，细胞能够还原硝酸盐为亚硝酸盐，但在添加有硝酸盐的液态 GM 培养基上菌株不能生长；能利用葡萄糖。能利用下列化合物产酸：甘油、D-木糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、N-乙酰氨基葡萄糖、苦杏仁苷、七叶苷、纤维二糖、麦芽糖、蔗糖、松三糖、棉籽糖、糖原、木糖醇、龙胆二糖、松二糖、D-阿拉伯糖、5-酮基葡萄糖酸钾、、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-半乳糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、熊果苷、蜜二糖、D-山梨醇、赤藓醇、D-核糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、半乳糖醇、肌醇、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、菊糖、乳糖、木糖、D-已酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、L-阿糖醇及甲基 α-D-吡喃甘露糖苷。不能利用下列化合物产酸：D-甘露糖、水杨苷、海藻糖、2 -酮基葡萄糖酸盐、葡萄糖酸钾及淀粉。能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：甘油、赤藓醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、D-核糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-山梨醇、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、菊糖、棉籽糖和糖原。不能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：海藻糖、D-甘露醇、水杨苷和葡萄糖酸钾。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖中含 *meso*-二氨基庚二酸。其主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（59.97%）和 anteiso-$C_{17:0}$（17.14%）。主要极性脂包括磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和糖脂。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 37.1mol%。16S rRNA 基因序列分析表明菌株 H57B72^T 为枝芽胞菌属，与 *V. salinus* DSM 21756^T 亲缘关系最近（基因序列同源性为 98.3%）。DNA-DNA 杂交结果显示菌株 H57B72^T 与 *V. salinus* DSM 21756^T 的关联度为 8.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgctatacat  gcaagtcgag  cgcgggaagc  agacggatcc  cttcggggtg  aagtttgtgg
61    aacgagcggc  ggacgggtga  gtaacacgtg  ggcaacctac  ctgtaagact  gggataaccc
121   cgggaaaccg  gggctaatac  cggataacat  ttttcagcac  atgttgagaa  attgaaaggc
181   ggcttttagc  tgtcacttac  agatgggccc  gcggcgcatt  agttagttgg  tagggtaacg
241   gcctaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca  ctgggactga
301   gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  catccgcaat  ggacgaaagt
361   ctgacggtgc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaaact  ctgttgttag
421   ggaagaacaa  gtaccgtttg  aataaggcgg  taccttgacg  gtacctaacc  agaaagcccc
481   ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg  caagcgttgt  ccggaattat
541   tgggcgtaaa  gcgctcgcag  gcggtctttt  aagtctgatg  tgaaagccca  cggctcaacc
601   gtggagggtc  attggaaact  ggaggacttg  agtgcagaag  aggagagtgg  aattccacgt
661   gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaggcga  ctctctggtc
721   tgtaactgac  gctgaggagc  gaaagcgtgg  ggagcgaaca  ggattagata  ccctggtagt
781   ccacgccgta  aacgatgagt  gctaggtgtt  agggggtttc  cgccccttag  tgctgaagtt
841   aacgcattaa  gcactccgcc  tggggagtac  ggccgcaagg  ctgaaactca  aaagaattga
901   cgggggcccg  cacaagcggt  ggagcatgtg  gtttaattgg  aagcaacgcg  aagaacctta
961   ccaggtcttg  acatcctctg  caagcggtag  agataccgtg  ttcccttcgg  ggacagagtg
1021  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac
```

1081	gagcgcaacc	cttgatttta	gttgccacca	ttaagttggc	cactttaagg	tgactgccgg
1141	tgccaaaccg	gaggaaggtg	gggatgacgt	caaatcatca	tgccccttat	gccctgggct
1201	acacacgtgc	tccaatggat	ggaacaaagg	gcagggaagc	cccaaggtgt	agcaaatccc
1261	ataaaaccat	tttcagttcg	gattccaggc	tgcaattccc	ctccatgaac	ccggaatcgt
1321	tagtaatcgc	ggatcaccat	gccccggtga	atacgttccc	ggccottgta	cacaccgccc
1381	gtcacaccac	gagagttggc	aacacccgaa	gtcggtgagg	taaccattat	ggagccagcc
1441	gccgaaggtg	gggccaatga	ttggggtgaa	gtcgtaacaa	g	

477. *Virgibacillus xinjiangensis*（新疆枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-26。*Virgibacillus xinjiangensis* Jeon et al.，2010，sp. nov.（新疆枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SL6-1 = DSM 19031 = KCTC 13128。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ664543。**★种名释意：***xinjiangensis* 为我国新疆之意，故其中文名称为新疆枝芽胞杆菌属（N.L. masc. adj. *xinjiangensis*，of or belonging to Xinjiang in China）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SL6-1T 从我国新疆的盐水湖样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（0.8 × 1.2）μm ～（1.4 × 2.4）μm］、革兰氏阳性、严格好氧、不运动、形成芽胞、无鞭毛。菌落呈浅黄色、圆形、边缘略微不规则、微凸。**★生理特性：**生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 8～52℃、6.5～9.5 及 0～20%；最适生长温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 32～35℃、7.5～8.0 及 5%～7%。**★生化特性：**能水解酪蛋白；不能水解七叶苷、脱氧核糖核酸、次黄嘌呤、L-酪氨酸、淀粉、吐温 80、黄嘌呤和尿素。利用下列化合物产酸：D-葡萄糖、D-果糖、麦芽糖和蔗糖。不能利用下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、D-甘露醇、α-D-乳糖、D-棉籽糖、甘油、肌醇、D-蜜二糖和 D-甘露糖。能利用下列底物：糊精、D-阿拉伯糖、D-果糖、α-D-葡萄糖、麦芽糖、D-海藻糖、乙酸、β-羟基丁酸、α-酮丁酸、α-酮戊酸、D-葡萄糖酸、甘氨酰 L-天冬氨酸、尿苷和胸苷。**★化学特性：**菌株 SL6-1T 的肽聚糖类型为 Alγ，含 *meso*-二氨基庚二酸，其主要脂肪酸类型为 iso-$C_{14:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。其主要呼吸醌为 MK-7。主要的极性脂为磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 44.5 mol%。16S rRNA 基因序列系统发育的分析表明菌株 SL6-1T 在枝芽胞菌属中形成一种系统发育分支。菌株 SL6-1T 与 *V. olivae* E308T、*V. kekensis* YIM kkny16T 和 *V. marismortui* DSM 12325T 的同源性分别为 97.1%、97.1%和 97.0%，与其他亲缘关系相近的分类单元之间的同源性低于 96.7%。菌株 SL6-1T 与 *V. olivae* E308T、*V. kekensis* YIM kkny16T 和 *V. marismortui* DSM 12325T 间的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 16.7%、51.0%和 22.8%。16S rRNA 基因序列如下。

1	agtcgagcgc	gggaagcagg	cagatcccct	tcgggggtga	tgcctgtgga	acgagcggcg
61	gacgggtgag	taacacgtgg	gcaacctgcc	tgtaagactg	ggataacccc	gggaaaccgg
121	ggctaatacc	ggataacact	tccattcaca	tggacggaag	ttgaaaggcg	gcctttggct
181	gtcacttaca	gatgggcccg	cggcgcatta	gctagttggt	ggggtaatgg	cctaccaagg
241	cgacgatgcg	tagccgacct	gagagggtga	tcggccacac	tgggactgag	acacggccca
301	gactcctacg	ggaggcagca	gtagggaatc	ttccgcaatg	gacgaaagtc	tgacggagca
361	acgccgcgtg	agtgatgaag	gttttcggat	cgtaaagctc	tgttgtcagg	gaagaacaag
421	tgccgttcaa	atagggcggc	gccttgacgg	tacctgacca	gaaagccccg	gctaactacg

481	tgccagcagc	cgcggtaata	cgtagggggc	aagcgttgtc	cggaattatt	gggcgtaaag
541	cgcgcgcagg	cggtctttta	agtctgatgt	gaaagcccac	ggcttaaccg	tggagggtca
601	ttggaaactg	gaggacttga	gtacagaaga	ggagagtgga	attccacgtg	tagcggtgaa
661	atgcgtagag	atgtggagga	acaccagtgg	cgaaggcgac	tctctggtct	gtaactgacg
721	ctgangcgcg	aaagcgtggg	gagcgaacag	gattagatac	ctggtagtcc	acgccgtaaa
781	cgatgagtgc	taggtgttag	ggggtttccg	cccctttagt	gctgaagtta	acgcattaag
841	cactccgcct	ggggagtacg	gccgcaaggc	tgaaactcaa	aagaattgac	gggggcccgc
901	acaagcggtg	gagcatgtgg	tttaattcga	agcaacgcga	agaaccttac	caggtcttga
961	catcctctga	ccaccctgga	gacagggctt	ccccttcggg	ggcagagtga	caggtggtgc
1021	atggttgtcg	tcagctcgtg	tcgtgagatg	ttgggttaag	tcccgcaacg	agcgcaaccc
1081	ttgatcttag	ttgccagcat	tcagttgggc	actctaaggt	gactgccggt	gacaaaccgg
1141	aggaaggtgg	ggatgacgtc	aaatcatcat	gccccttatg	acctgggcta	cacacgtgct
1201	acaatggatg	gaacaaaggg	cagcraagcc	gcgaggccaa	gcaaatccca	taaaaccatt
1261	ctcagttcgg	attgcaggct	gcaactcgcc	tgcatgaagc	cggaatcgct	agtaatcgcg
1321	gatcagcatg	ccgcggtgaa	tacgttcccg	ggccttgtac	acaccgcccg	tcacaccacg
1381	agagttggta	tcacccgaag	tcggtgaggt	aaccttggag	cacagccgcc	gaatngtg

478. *Virgibacillus zhanjiangensis*（湛江枝芽胞杆菌）

【种类编号】1-50-27。*Virgibacillus zhanjiangensis* Peng et al.，2009，sp. nov.（湛江枝芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JSM 079157 = DSM 21084 = KCTC 13227。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ425904。**★种名释意：***zhanjiangensis* 意为模式菌株分离自广东湛江，故中文名称为湛江枝芽胞杆菌（zhan.ji.ang.en′sis.N.L. adj. *zhanjiangensis*，pertaining to Zhanjiang，a China city near which the sample was collected）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JSM 079157^T 是从我国湛江附近的南海硇洲岛的滩涂中分离而来的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.7）μm ×（2.5～5.5）μm］、单个或成对或短链状生长，革兰氏阳性、好氧。以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形或球形、末端生、胞囊膨大。含有 3%（w/v%）NaCl 的 MA 2216 培养基上 30℃培养 3～5 d 后，菌落浅黄色、圆形至轻微不规则、突起、半透明。无可溶性色素产生。**★生理特性：**生长温度为 10～45℃（最适 30℃）、pH 6.0～10.0（最适 7.5），耐盐性为 1%～15%（最适 4%～7%）。对氨苄西林（30 μg）、羧苄西林（30 μg）、氯霉素（30 μg），庆大霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、林可霉素（2 μg）、多黏菌素 B（30 μg）、链霉素（10 μg）和四环素（30 μg）具有敏感性，而对萘啶酮酸（20 μg）、新生霉素（30 μg）和利福平（5 μg）无敏感性。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶反应为阳性。能水解吐温 40，但不能水解七叶苷、酪蛋白、DNA、次黄嘌呤、淀粉、吐温（20、60 和 80）和黄嘌呤。硝酸还原反应为阳性，脲酶、葡萄糖发酵、亚硝酸盐还原、H_2S 和吲哚产生、甲基红和 V-P 反应为阴性。能利用 D-葡萄糖和糖原产酸，不能利用阿东醇、L-阿拉伯糖、D-阿拉伯醇、纤维二糖、半乳醇、D-果糖、D-半乳糖、甘油、肌醇、D-乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、D-甘露醇、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、水杨苷、D-山梨醇、蔗糖、海藻糖或 D-木糖产酸。能利用 L-阿拉伯糖、D-葡萄糖、D-核糖、D-木糖和 L-丙氨酸作为唯一碳源和能量来源。以下物质不被用作碳或氮的唯一来源：纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-乳糖、麦芽糖、D-甘露

糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、水杨苷、蔗糖、海藻糖、阿东醇、D-阿拉伯醇、甘油、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、乙酸盐、丁酸盐、柠檬酸盐、富马酸盐、葡萄糖酸盐、丙酸盐、琥珀酸盐、L-天冬酰胺、L-谷氨酸、甘氨酸、L-组氨酸、L-羟基脯氨酸、L-异亮氨酸、L-亮氨酸、L-甲硫氨酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸和 L-缬氨酸。碱性磷酸酶，α-胰凝乳蛋白酶、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶和缬氨酸芳基酰胺酶具有活性，而 N-乙酰葡萄糖苷酶、酸性磷酸酶、精氨酸双水解酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、酯酶（C4）、α-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、酯酶（C14）、赖氨酸脱羧酶、α-甘露糖苷酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、鸟氨酸脱羧酶或胰蛋白酶无活性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖特征二氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7（95.3%）、MK-6（1.5%）和 MK-8（3.2%）；极性脂主要为二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油；主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（45.1%）、anteiso-$C_{17:0}$（16.2%）、iso-$C_{14:0}$（5.8%）、iso-$C_{15:0}$（7.6%）、$C_{16:0}$（3.7%）、iso-$C_{16:0}$（8.0%）、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol（3.4%）。**★分子特性：**DNA 的 G + C 含量为 39.5 mol%。该菌株与亲缘关系最相近菌株 *V. litoralis* JSM 089168^T、*V. necropolis* DSM 14866^T 和 *V. carmonensis* DSM 14868^T 的 16S rRNA 同源性分别为 97.4%、97.3%和 97.1%，DNA-DNA 杂交关联度分别为 30.4%、19.3%和 12.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      cgctggcggc  gtgcctaata  catgcaagtc  gagcgcggga  agcaaacgga  atccttcggg
61     aggaagtttg  tggaacgagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggcaacc  tacctgtaag
121    attgggataa  ctccgggaaa  ccggggctaa  taccgaatga  cacttttcaa  ctcctgttga
181    gaagttaaaa  ggcggcttta  agctgtcact  tacagatggg  cccgcggcgc  attagctagt
241    tggtagggta  acggcctacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg  gtgatcggcc
301    acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttccgc
361    aatggacgaa  agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgagtgat  gaaggttttc  ggatcgtaaa
421    actctgttgt  tagggaagaa  caagtaccgt  tcaaataggg  cggtaccttg  acggtaccta
481    accagaaagc  cccggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  gggcaagcgt
541    tgtccggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggtcc  tttaagtctg  atgtgaaagc
601    ccacggctca  accgtggagg  gtcattggaa  actggaggac  ttgagtacag  aagagaagag
661    tggaattcca  cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg
721    cgactctttg  gtctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcga  acaggattag
781    ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaggt  gttagggggt  ttccgcccct
841    tagtgctgaa  gttaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggccgca  aggctgaaac
901    tcaaaagaat  tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac
961    gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatcct  ctgatagcgg  tagagatatc  gtgttccctt
1021   cggggacaga  gtgacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt
1081   taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgatc  ttagttgcca  gcattcagtt  gggcactcta
1141   aggtgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggatga  cgtcaaatca  tcatgcccct
1201   tatgacctgg  gctacacacg  tgctacaatg  gatggaacaa  agggaagcga  agccgcgagg
1261   tgaagcaaat  cccataaaac  cattctcagt  tcggattgta  ggctgcaact  cgcctacatg
1321   aagccggaat  cgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt  cccgggcctt
1381   gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtt  ggcaacaccc  gaagtcggtg  aggtaacaca
1441   atatgtgagc  cagccgccga  aggtggggcc  aatgattggg  gtgaagtcgt  aacaagctag
1501   ccg
```

五十一、火山芽胞杆菌属（*Vulcanibacillus*）

【属特征描述】细胞杆状、形成芽胞、单生、不运动、革兰氏阳性、中度嗜热、嗜中性粒细胞、能适应海水的盐度、严格厌氧，属有机化能型，能还原硝酸盐成亚硝酸盐，不能形成氨或 N_2；过氧化氢酶和氧化酶为阴性反应；主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$，还包括 $C_{14:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、$C_{15:0}$、anteiso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{18:1\omega9c}$和 $C_{18:0}$。细胞极性脂包括磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺，以及两种未知的磷脂（PL1 和 PL2）和一种未知的氨基磷脂。DNA 的 G+C 含量为 34.5 mol%。模式种为 *Vulcanibacillus modesticaldus*。**★属名释意：***Vulcanibacillus* 中 *Vulcanus* 为罗马火神、火山之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为火山芽胞杆菌属（L. n. *Vulcanus*，the Roman god of fire；L. dim. n. *bacillus*，a small rod；N.L. masc. *Vulcanibacillus*，a bacillus living in the vicinity of volcanic areas）。

479. *Vulcanibacillus modesticaldus*（中热度火山芽胞杆菌）

【种类编号】1-51-1。*Vulcanibacillus modesticaldus* L'Haridon et al.，2006，sp. nov.（中热度火山芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BR = DSM 14931 = JCM 12998。**★16S rRNA 基因序列号：**AM050346。**★种名释意：***modesticaldus* 中 *modestus* 为中间之意，*caldus* 为热之意，故其中文名称为中热度火山芽胞杆菌（L. adj. *modestus*，moderate；L. adj. *caldus*，warm，hot；N.L. masc. adj. *modesticaldus*，moderately hot）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BR^T 从大西洋中脊（36°14′N，33°54′W）的 Rainbow 喷出口的深海温泉的矿样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状[（0.2～0.3）μm ×（0.2～0.3）μm]，菌落呈透明、浅黄色。**★生理特性：**菌株的生长温度、pH 及 NaCl 浓度分别为 37～60℃、6～8.5 及 10～40 g/L；最适的生长温度、pH 及 NaCl 浓度分别为 55℃、7.0 和 20～30 g/L。**★生化特性：**菌株以糖类、蛋白质类和有机酸为营养基质，属化能有机异养型，该新菌株不能发酵，电子受体为硝酸盐。利用下列化合物作为基质：乙酸盐、酵母提取物、胰蛋白胨、酪蛋白胰酶水解物、蛋白胨、蔗糖、葡萄糖、果糖、淀粉、纤维二糖、乙醇和丙酮酸盐。下列化合物不能用作替代的电子受体：硫磺、硫代硫酸盐、硫酸盐、亚硝酸盐、不定形铁氧化物、柠檬酸铁。下列化合物不能被利用：苹果酸盐、琥珀酸盐、甲醇、甲酸盐、乳酸盐、半乳糖、阿拉伯糖、乳糖、丁酸盐、丙酸盐。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7，主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$，还包括 $C_{14:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、$C_{15:0}$、anteiso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{18:1\omega9c}$和 $C_{18:0}$。细胞极性脂包括磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺，以及两种未知的磷脂（PL1 和 PL2）和一种未知的氨基磷脂。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 34.5 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析将菌株归于芽胞杆菌纲芽胞杆菌科。16S rRNA 基因序列如下。

```
1    cctggctcag gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc gaagtttatg
61   ggagcttgct cctaataaac ttagcggcgg acgggtgagt aacacgtggg caacctgcct
121  gtaagactgg gataaccccg ggaaaccgga gctaatacca gataagctgt tagtacgcat
181  gtagataaca gggaaagatg gcgcaagcta tcacttacag atgggcccgc ggcgcattag
241  ctagttggta gggtaacggc ctaccaaggc gacgatgcgt agccgacctg agagggtgat
301  cggccacact gggactgaga cacggcccag actcctacgg gaggcagcag tagggaatct
```

361	tccgcaatgg	acgaaagtct	gacggagcaa	cgccgcgtga	gtgatgaagg	tcttcggatt
421	gtaaaactct	gtcattaggg	aagaacagtt	atagtttgaa	taaggctata	acgtgacggt
481	acctaaagag	gaagccccgg	ctaactacgt	gccagcagcc	gcggtaatac	gtagggggca
541	agcgttgtcc	ggaattattg	ggcgtaaagc	gcgcgcaggc	ggctctttaa	gtctgatgtg
601	aaagcccacg	gctcaaccgt	ggagggtcat	tggaaactgg	ggagcttgag	tgcaggagag
661	gaaagtggaa	ttccatgtgt	agcggtgaaa	tgcgtagata	tatggaggaa	caccagtggc
721	gaaggcggct	ttctggcctg	taactgacgc	tgaggcgcga	aagcgtgggg	agcaaacagg
781	attagatacc	ctggtagtcc	acgccgtaaa	cgatgagtgc	taggtgttag	gggtttcgac
841	gcccttagtg	ccgcagttaa	cacattaagc	actccgcctg	gggagtacgg	ccgcaaggtt
901	gaaactcaaa	ggaattgacg	ggggcccgca	caagcagtgg	agcatgtggt	ttaattcgaa
961	gcaacgcgaa	gaaccttacc	agggcttgac	atcccgttga	ccggtgtaga	gatacatctt
1021	tttcttcgga	aacaacggtg	acaggtggtg	catggttgtc	gtcagctcgt	gtcgtgagat
1081	gttgggttaa	gtcccgcaac	gagcgcaacc	cttgatctta	gttgccagca	ttaagttggg
1141	cactctaagg	tgactgccgg	tgacaaaccg	gaggaaggtg	gggatgacgt	caaatcatca
1201	tgccccttat	gtcctgggct	acacacgtgc	tacaatggct	ggtacaaagg	gtagcgaagc
1261	cgcgaggcca	agccaatccc	aaaaagccag	tctcagttcg	gattgtaggc	tgcaactcgc
1321	ctacatgaag	ccggaattgc	tagtaatcgc	ggatcagcat	gccgcggtga	atacgttccc
1381	gggccttgta	cacaccgccc	gtcacaccac	gagagtttgc	aacacccaaa	gtcggtgagg
1441	taaccaatat	ggagccagcc	gcctaaggtg	gggcagatga	ttggggtgaa	gtcgtaacaa
1501	ggtagccgta	tcggaaggtg	cggctg			

第二节　脂环酸芽胞杆菌科（Alicyclobacillaceae）

分类地位：厚壁菌门（Phylum XIII. Firmicutes），芽胞杆菌纲（Class I. Bacilli），芽胞杆菌菌目（Order I. Bacillales），脂环酸芽胞杆菌科（Family II. Alicyclobacillaceae）。

五十二、脂环酸芽胞杆菌属（*Alicyclobacillus*）

【属特征描述】营养细胞直杆状 [（0.3～0.8）μm ×（2.0～4.5）μm]，好氧或兼性厌氧，革兰氏阳性或可变。每个细胞形成一个芽胞，耐氧。嗜酸，生长 pH 为 2～6。生长因子可有可无。主要的细胞膜脂肪酸为 ω-脂环酸（含 6-碳环或 7-碳环）。主要呼吸醌为 MK-7，藿烷类化合物（hopanoids）和磺胺脂类（sulfonolipids）也存在。生长温度为 40～70℃。该属的各种之间的 16S rRNA 基因序列同源性均超过 92%。DNA 的 G+C 含量为 51.6 mol%～60.3 mol%（T_m）。模式种为 *Alicyclobacillus acidocaldarius*。**★属名释意：** *Alicyclobacillus* 中 *aliphos* 为脂肪之意，*kyklo* 为环装之意，*alicyclo* 为环状脂肪酸之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为脂环酸芽胞杆菌属（Al.i.cy.clo.ba.cil′1us. G. adj. *aliphos*，fat；G.n. *kyklo*，circle；L. adj. *alicyclo*，referring to circular fatty acids；L. dim. n. *bacillus*，small rod；*Alicyclobacillus*，small rods containing ω-alicyclic fatty acids）。

480. *Alicyclobacillus acidiphilus*（嗜酸脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-1。*Alicyclobacillus acidiphilus* Matsubara et al.，2002，comb. nov.

（嗜酸脂环酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**TA-67 = DSM 14558 = IAM 14935 = NRIC 6496。**★16S rRNA 基因序列号：**NR028637。**★种名释意：***acidophilus* 中 *acidum* 为酸之意，*philos* 为喜好之意，故其中文名称为嗜酸脂环酸芽胞杆菌（a.ci.di′phi.lus. L. n. *acidum* acid；Gr. adj. *philos* loving；N.L.adj. *acidophilus* acid-loving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 TA-67^{T} 从含有愈创木酚气味的酸性饮料样品中分离而来。**★形态特征：**需氧，有机营养型，革兰氏阳性，杆状［（4.8～6.3）μm ×（0.9～1.1）μm］，可运动，芽胞椭圆形、端生或近端生，胞囊肿胀，菌落无颜色。**★生理特性：**生长温度为 20～55℃（最适温度为 50℃），pH 2.5～5.5（最适 pH 3.0）。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阳性，氧化酶反应为阴性，硝酸盐不能还原为亚硝酸盐、不能水解明胶、淀粉、苯丙氨酸、酪氨酸，V-P 反应为弱阳性，不产吲哚。不能由葡萄糖产气。能由下列物质产酸：D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、熊果苷、纤维二糖、七叶苷、D-果糖、半乳糖、β-苦杏仁苷、D-葡萄糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、松三糖、D-鼠李糖、核糖、蔗糖、水杨苷、山梨醇、L-山梨糖、海藻糖、D-松二糖和 D-木糖。不能由下列物质产酸：N-乙酰葡萄糖胺、核糖醇、D-阿糖醇、L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖、L-岩藻糖、葡萄糖酸、甘油、糖原、肌醇、菊糖、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸、D-来苏糖、甘露醇、蜜二糖、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-β-木糖苷、鼠李糖、淀粉、塔格糖和 L-木糖。**★化学特性：**主要脂肪酸是 $C_{17:0}$ ω-环己烷脂肪酸和 $C_{19:0}$ ω-环己烷脂肪酸，也存在直链和支链脂肪酸；主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**菌株 DNA 中的 G+C 含量是 54.1 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 TA-67^{T} 在 *Alicyclobacillus* 中呈现一个明显的分支，同源性与 *A. acidoterrestris* 最近，为 96.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61      gaacccttcg  gggtgagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaatctg  cctatcagac
121     tggaataaca  ctcggaaacg  ggtgctaatg  ccggatagtt  caagggaagg  catcttccgt
181     tgaggaaagt  tgcaaatgca  acactgatag  aggagcccgc  ggcgcattag  ctagttggtg
241     aggtaacggc  ccaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgac  cggccacact
301     gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg
361     gcgaaagcct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gcgaagaagg  ccttcgggtt  gtaaagctct
421     gttgctcggg  gagagcgata  aggagagtgg  aaagctcctt  aggagacggt  accgagtgag
481     gaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc
541     ggaatcactg  ggcgtaaagc  gtgcgtaggc  ggttgtgtaa  gtctggagtg  aaagtccaag
601     gctcaacctt  ggtttgtctt  tggaaactgc  ataacttgag  tgctggagag  gcaaggggaa
661     ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagata  tgtggaggaa  taccagtggc  gaaggcgcct
721     tgctggacag  aaactgacgc  tgaggcacga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc
781     ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttgg  ggggatacac  ctcagtgccg
841     aaggaaaccc  aataagcact  ccgcctgggg  agtacggtcg  caagactgaa  actcaaagga
901     attgacgggg  gcccgcacaa  gcagtggagc  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa
961     ccttaccagg  gcttgacatc  cctctgacgc  atctagagat  aggtgttccc  ttcggggcag
1021    aggagacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081    gcaacgagcg  caacccttga  tctgtgttac  cagcacgtaa  aggtggggac  tcacaggtga
1141    ctgccggcgt  aagtcggagg  aaggcgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  cttgatgtcc
```

```
1201    tgggctacac  acgtgctaca  atgggcggta  cagagggaag  cgaagccgcg  aggtggagcc
1261    aaacctagaa  agccgttcgt  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc  atgaagccgg
1321    aattgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatcc  gttcccgggc  cttgtacaca
1381    ccgcccgtca  caccacgaga  gtcggcaaca  cccgaagtcg  gtgaggcaac  ccgcaaggga
1441    gccagccgcc  gaaggtgggg  ttgatgattg  gggtgaagtc  gtaacaaggt  agccgtatcg
1501    gaaggtgcgg  ctg
```

481. *Alicyclobacillus acidocaldarius*（酸热脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】 2-52-2。*Alicyclobacillus acidocaldarius*（Darlandand Brock，1971）Wisotzkey et al.，1992，comb. nov.（酸热脂环酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**104-1A = ATCC 27009 = BCRC（formerly CCRC）14685 = CCUG 28521 = CIP 106131 = DSM 446 = HAMBI 2073 = HAMBI 2071 = IFO（now NBRC）15652 = JCM 5260 = KCTC 1825 = LMG 7119 = NCCB 89167 = NCIMB 11725 = NRRL B-14509。**★16S rRNA 基因序列号：**CP001727。**★种名释意：***acidocaldarius* 中 *acidus* 为酸之意，*caldarius* 为热之意，故其中文名称为酸热脂环酸芽胞杆菌（a.ci.do.cal.da′ri.us. L. adj. *acidus*，acid；L. adj. *caldarius* hot；N.L.adj. *acidocaldarius* pertaining to acid thermal environments）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 104-1A^{T} 从酸性地热和水环境样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（0.7～0.8）μm ×（2.0～3.0）μm］、好氧、革兰氏阳性、短链状生长，形成芽胞、椭球形、端生或次端生、胞囊不膨大。菌落无色素、扁平、边缘不规则。**★生理特性：**只有含硝酸盐时菌株才能好氧生长。以氨为唯一氮源时菌株能生长；以硝酸盐为唯一氮源时菌株不能生长。菌株生长的温度和 pH 分别是 45～70℃和 2～6。**★生化特性：**能利用葡萄糖、半乳糖、甘油和酪蛋白氨基酸作为碳源和氮源。以下列化合物作为唯一碳源时菌株不能生长：琥珀酸盐、乙酸盐、山梨醇、柠檬酸盐或乙醇。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 ω-环己烷酸、ω-环己烷-十一烷酸和 ω-环己烷-十三烷酸。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 60.3 mol%。16S rRNA 序列比对结果显示 *Bacillus acidocaldarius*（现为 *Alicyclobacillus acidocaldarius*）与 *B. subtilis*、*B. acidoterrestris*、*B. cycloheptanicus*、*B. coagulans*、*B. stearothermophilus*、*B. alvei*、*B. brevis*、*Streptococcus cecorum*、*Lactobacillus lactis*、*L. mesenteroides* 及 *Clostridium innocuum* 的同源性分别为 84.4%、98.8%、93.2%、85.2%、86.8%、87.4%、85.0%、84.8%、81.8%、78.9%及 79.9%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggacttttcg
61      gaggtcagcg  gcggacgggt  gaggaacacg  tgggtaatct  gcctttcaga  ccggaataac
121     gcccggaaac  gggcgctaat  gccggatacg  cccgcgagga  ggcatcttct  tgcggggaaa
181     ggcccgattg  ggccgctgag  agaggagccc  gcggcgcatt  agctggttgg  cggggtaacg
241     gcccaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  accggccaca  ctgggactga
301     gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat  gggcgcaagc
361     ctgacggagc  aacgccgcgt  gagcgaagaa  ggccttcggg  ttgtaaagct  ctgttgctcg
421     gggagagcgg  catggggagt  ggaaagcccc  atgcgagacg  gtaccgagtg  aggaagcccc
481     ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaaa  acgtaggggg  cgagcgttgt  ccggaatcac
541     tgggcgtaaa  gggtgcgtag  gcggtcgagc  aagtctggag  tgaaagtcca  tggctcaacc
```

601　atgggatggc　tctggaaact　gcttgacttc　agtgctggag　aggcaagggg　aattccacgt
661　gtagcggtga　aatgcgtaga　gatgtggagg　aatacctgtg　gcgaaggcgc　cttgctggac
721　agtgactgac　gctgaggcac　gaaagcgtgg　ggagcaaaca　ggattagata　ccctggtagt
781　ccacgccgta　aacgatgagt　gctaggtgtt　ggggggacac　accccagtgc　cgaaggaaac
841　ccaataagca　ctccgcctgg　ggagtacggt　cgcaagactg　aaactcaaag　gaattgacgg
901　gggcccgcac　aagcagtgga　gcatgtggtt　taattcgaag　caacgcgaag　aaccttacca
961　gggcttgaca　tccctctgac　cggtgcagag　atgcaccttc　ccttcggggc　agaggagaca
1021　ggtggtgcat　ggttgtcgtc　agctcgtgtc　gtgagatgtt　gggttcagtc　ccgcaacgag
1081　cgcaaccctt　gacctgtgtt　accagcgcgt　tgaggcgggg　actcacaggt　gactgccggc
1141　gtaagtcgga　ggaaggcggg　gatgacgtca　aatcatcatg　cccctgatgt　cctgggctac
1201　acacgtgcta　caatgggcgg　tacaaaggga　ggcgaagccg　cgaggcggag　cgaaacccaa
1261　aaagccgctc　gtagttcgga　ttgcaggctg　caactcgcct　gcatgaagcc　ggaattgcta
1321　gtaatcgcgg　atcagcatgc　cgcggtgaat　acgttcccgg　gccttgtaca　caccgcccgt
1381　cacaccacga　gagtcggcaa　cacccgaagt　cggtgaggta　accccgaaag　gggagccagc
1441　cgccgaaggt　ggggtcgatg　attggggtga　agtcgtaaca　aggtagccgt　accggaaggt
1501　gcggctg

482. *Alicyclobacillus acidoterrestris*（酸土脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-3。*Alicyclobacillus acidoterrestris*（Deinhard et al.，1988）Wisotzkey et al.，1992，comb. nov.（酸土脂环酸芽胞杆菌）= *Bacillus acidoterrestris* Deinhard et al.，1988，sp. nov.。**★模式菌株：**GD3B = ATCC 49025 = CIP 106132 = DSM 3922 = LMG 16906。**★16S rRNA 基因序列号：**AB042057。**★种名释意：***acidoterrestris* 中 *acidum* 为酸之意，*terrestris* 为土壤之意，故其中文名称为酸土脂环酸芽胞杆菌（a.ci.do ter.res´tris. L. n. *acidum* acid；L. adj. *terrestris* soil；N.L.adj. *acidoterrestris* acid-loving and isolated from soil）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 GD3B^T 从土壤样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.8）μm ×（2.9～4.3）μm］、好氧、革兰氏阳性，形成芽胞、椭圆形、次端生或端生、大小为［（0.9～1.0）μm ×（1.5～1.8）μm］、胞囊轻微膨大或不膨大。pH 为 4.0 和 50℃时培养 6 d 后形成的菌落直径为 3～5 mm、呈圆形、奶油白色、透明至不透明。**★生理特性：**生长温度和 pH 分别是 35～55℃和 2.2～5.8；最适生长温度是 42～53℃。5% NaCl 时菌株不能生长。**★生化特性：**氧化酶反应为阳性，过氧化氢酶反应为弱阳性，不产吲哚和二羟基乙酸。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐、V-P 反应可变。菌株生长利用己糖、二糖类、有机酸和氨基酸。蔗糖可产酸。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 $C_{17:0}$ ω-环己烷酸和 $C_{19:0}$ ω-环己烷酸。主要呼吸醌为 MK-7，也含有 MK-6。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量是 51.6 mol%～53.3 mol%。16S rRNA 序列比对结果显示 *Bacillus acidoterrestris*（现为 *Alicyclobacillus acidoterrestris*）与 *B. subtilis*、*B. acidocaldarius*、*B. cycloheptanicus*、*B. coagulans*、*B. stearothermophilus*、*B. alvei*、*B. brevis*、*Streptoloccus cecorum*、*Lactobacillus lactis*、*L. mesenteroides* 和 *Clostridium innocuum* 的同源性分别为 84.3%、98.8%、92.7%、85.0%、86.0%、87.4%、85.3%、84.5%、81.6%、79.3%和 79.9%。16S rRNA 基因序列如下。

1　agagtttgat　cctggctcag　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc
61　gagcccttcg　gggctagcgg　cggacgggtg　agtaacacgt　gggcaatctg　cctttcagac

121	tggaataaca	ctcggaaacg	ggtgctaatg	ccggataata	cacgggtagg	catctacttg
181	tgttgaaaga	tgcaactgca	tcgctgagag	aggagcccgc	ggcgcattag	ctagttggtg
241	aggtaacggc	tcaccaaggc	gacgatgcgt	agccgacctg	agagggtgac	cggccacact
301	gggactgaga	cacggcccag	actcctacgg	gaggcagcag	tagggaatct	tccgcaatgg
361	gcgcaagcct	gacggagcaa	cgccgcgtga	gcgaagaagg	ccttcgggtt	gtaaagctct
421	gttgctcggg	gagagcgaca	aggagagtgg	aaagctcctt	gtgagacggt	accgagtgag
481	gaagccccgg	ctaactacgt	gccagcagcc	gcggtaatac	gtagggggca	agcgttgtcc
541	ggaatcactg	ggcgtaaagc	gtgcgtaggc	ggttgtgtaa	gtctgaagtg	aaagtccaag
601	gctcaacctt	gggattgctt	tggaaactgc	atgacttgag	tgctggagag	gcaaggggaa
661	ttccacgtgt	agcggtgaaa	tgcgtagata	tgtggaggaa	taccagtggc	gaaggcgcct
721	tgctggacag	tgactgacgc	tgaggcacga	aagcgtgggg	agcaaacagg	attagatacc
781	ctggtagtcc	acgccgtaaa	cgatgagtgc	taggtgttgg	ggggacacac	cccagtgccg
841	aaggaaaccc	aataagcact	ccgcctgggg	agtacggtcg	caagactgaa	actcaaagga
901	attgacgggg	gcccgcacaa	gcagtggagc	atgtggttta	attcgaagca	acgcgaagaa
961	ccttaccagg	gcttgacatc	cctctgaccg	gtgcagagat	gtaccttccc	ttcggggcag
1021	aggagacagg	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt	gagatgttgg	gttaagtccc
1081	gcaacgagcg	caacccttga	tctgtgttac	cagcacgtag	aggtggggac	tcacaggtga
1141	ctgccggcgt	aagtcggagg	aaggcgggga	tgacgtcaaa	tcatcatgcc	ctttatgtcc
1201	tgggctacac	acgtgctaca	atgggcggta	caacgggaag	cgaagccgcg	aggtggagca
1261	aaacctaaaa	agccgttcgt	agttcggatt	gcaggctgca	actcgcctgc	atgaagccgg
1321	aattgctagt	aatcgcggat	cagcatgccg	cggtgaatcc	gttcccgggc	cttgtacaca
1381	ccgcccgtca	caccacgaga	gtcggcaaca	cccgaagtcg	gtgaggtaac	cgttatggag
1441	ccagccgccg	aaggtggggt	tgatgattgg	ggtgaagtcg	taacaaggta	gccgtatcgg
1501	aaggtgcggt	tgga				

483. *Alicyclobacillus aeris*（铜矿脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-4。*Alicyclobacillus aeris* Guo et al.，2009，sp. nov.（铜矿脂环酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ZJ-6 = CGMCC 1.7072 = NBRC 104953。**★16S rRNA 基因序列号：**FM179383。**★种名释意：***aeris* 为铜矿之意，故其中文名称为铜矿脂环酸芽胞杆菌[L. *aes aeris*，any crude metal dug out of the earth（except gold and silver），copper，ore；L. gen. neut. n. *aeris*，of ore/copper]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ZJ-6^T 分离于内蒙古紫金铜矿。**★形态特征：**革兰氏阳性菌或革兰氏染色可变，细胞杆状。**★生理特性：**生长温度是 25～35℃，最适生长温度为 30℃；生长的 pH 为 2.0～6.0，最适生长 pH 为 3.5。适应的盐浓度为 0～2%（w/v）。**★生化特性：**氧化酶、过氧化氢酶和 V-P 反应为阴性。不产生吲哚、硫化氢。硝酸还原。水解明胶和七叶苷，不能水解酪蛋白、淀粉和吐温 80。亮氨酸氨肽酶、缬氨酸氨肽酶、胱氨酸氨肽酶、胰蛋白酶、胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶阳性，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、酯酶（C14）、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、N-乙酰-β-D-葡萄糖胺苷酶、α-甘露糖苷酶和α-岩藻糖苷酶为阴性。生长的碳源为蛋白胨、淀粉、棉籽糖、D-半乳糖、葡萄糖、L-阿拉伯糖和己二酸，但不能以下列物质为碳源，葡萄糖、L-鼠李糖、D-山梨糖、D-甘

露糖、麦芽糖、蔗糖、果糖、D-木糖、纤维二糖、菊糖、甘露醇、乙酸苯酯和癸酸盐。由以下物质产酸：甘油、赤藓糖醇、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、L-木糖、核糖醇、半乳糖、葡萄糖、果糖、D-甘露糖、甘露醇、山梨醇、七叶苷、木糖醇、海藻糖、阿糖醇、5-酮基葡萄糖酸，但D-阿拉伯糖、甲基-β-D-木糖苷、L-山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁糖、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、β-龙胆二糖、松二糖、D-木糖、D-己酮糖、葡萄糖酸或2-酮基葡萄糖酸不能产酸。可利用二价铁单质硫和 $K_2S_4O_6$ 作为电子给体。**★化学特性：**主要脂肪酸为anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$和 anteiso-$C_{17:0}$；呼吸醌为MK-7。**★分子特性：**DNA的G+C含量为 51.2 mol%。16S rRNA基因序列的系统发育分析表明菌株与 *Alicyclobacillus* 同源性为 89.5%～94.2%. 16S rRNA基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    ggacccttcg  gggtcagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggcaatctg  cctgtcagac
121   tggaataacg  cctggaaacg  ggtgctaatg  ccagataggc  agcgagaagg  catcttcttg
181   ctgggaaagg  cgcaattgcg  tcactgacag  aggagcccgc  ggcgcattag  ctagttggtg
241   gggtaacggc  ctaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgac  cggccacact
301   gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg
361   gcgcaagcct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgaggaagg  ccttcgggtt  gtaaaactca
421   gtcacctggg  aagagtggta  tggggagtgg  aaagccccat  acgagacggt  accaggggag
481   gaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc
541   ggaatcactg  ggcgtaaagc  gtgcgtaggc  ggtctttcaa  gtccggggtg  aaaactcaag
601   gctcaacctt  gagaatgcct  tggaaactgg  gggacttgag  tactggagag  gcaaggggaa
661   ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  taccagtggc  gaaggcgcct
721   tgctggacag  tgactgacgc  tgaggcacga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc
781   ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttgg  gggttcatcc  cctcagtgcc
841   gaaggaaacc  caataagcac  tccgcctggg  gagtacggtc  gcaagactga  aactcaaagg
901   aattgacggg  ggcccgcaca  agcagtggag  catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961   accttaccag  ggcttgacat  ccctttgacc  ggtgtagaga  tacaccttcc  cttcggggca
1021  aaggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc
1081  cgcaacgagc  gcaacccttg  acctgtgtta  ccagcacgta  atggtgggga  ctcacaggtg
1141  actgccggcg  taagtcggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cctttatgtc
1201  ctgggctaca  cacgtgctac  aatgggcggt  acaacgggaa  gcgagaccgc  gaggtggagc
1261  gaaacccaaa  aagccgttcg  tagttcggat  tgcaggctgc  aactcgcctg  catgaagccg
1321  gaattgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaatc  cgttcccggg  ccttgtacac
1381  accgcccgtc  acaccatggg  agttgacaac  acccaaagtc  ggtgaggtaa  ccttcggggg
1441  ccagccgcct  aaggtggggt  cgatgactgg  ggtgaagtcg  taacaaggta  gcc
```

484. *Alicyclobacillus cellulosilyticus*（解纤维素脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-5。*Alicyclobacillus cellulosilyticus* Kusube et al.，2014，sp. nov.（解纤维素脂环酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Sueoka = JCM 18487 = KCTC 33007。**★16S rRNA基因序列号：**NR126173。**★种名释意：***cellulosilyticus* 中 *cellulosum* 为纤维素之意，*lyticus*

为降解之意，故其中文名称为解纤维素脂环酸芽胞杆菌（cel.lu.lo.si.ly′ti.cus. N.L. n. *cellulosum* cellulose；N.L. part. adj. *lyticus* from Gr. adj. *lutikos* dissolving；N.L. masc. part. adj. *cellulosilyticus* cellulose-dissolving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Sueoka^T 从日本雪松片样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阴性菌，需氧，不运动，杆状［（0.5～0.8）μm ×（2.0～6.0）μm］，菌株在（BAM）-CMC 培养基上培养一周，菌落为白色、直径为 0.1～1.0 mm，再培养一周菌落颜色由中心向边缘逐渐变灰色，直径为 1.2～1.8 mm。**★生化特性：**生长的温度为 40.0～67.5℃（最适温度为 55℃），生长的 pH 为 3.5～6.5（最适 pH 为 4.8）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶反应、硝酸盐还原反应、产吲哚和 V-P 反应均为阴性；硫代硫酸钠和半胱氨酸均不产 H_2S，脲酶具有活性；能水解七叶苷和羧甲基纤维素；不能水解酪蛋白、明胶、淀粉和吐温 80；碱性磷酸酶、酸性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-葡萄糖胺苷酶、α-甘露糖苷酶、α-岩藻糖苷酶具有活性；精氨酸双水解酶、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、酯酶（C14）胰蛋白酶、靡蛋白酶不具活性。下列底物被用作唯一或复杂碳源：D-纤维二糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-麦芽糖、D-甘露糖、D-棉籽糖、D-木糖、L-阿拉伯糖、乳果糖、核糖、L-乳酸钠、蔗糖、麦精、麦精肉汤。下列底物不能被利用：D-果糖、D-甘露醇、D-山梨醇、D-海藻糖、甘油、甘氨酸、葡萄糖胺盐酸盐、甲基赤藓糖、肌醇、核糖醇、乙酸钠、柠檬酸钠、延胡索酸钠、L-苹果酸钠、丙酸钠、丙酮酸钠、丁二酸钠、α-酮戊二酸钠、α-L-鼠李糖、酪蛋白氨基酸、L-丙氨酸、L-精氨酸、L-天冬酰胺、L-天冬酰胺钠、L-谷氨酸盐、L-谷氨酸钠、L-赖氨酸氯化物、L-甲硫氨酸、L-丝氨酸、L-山梨糖、L-苏氨酸。下列化合物产酸：七叶苷、L-阿拉伯糖、5-酮基葡萄糖酸、苦杏仁糖、熊果苷、D-纤维二糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-乳糖、D-麦芽糖、D-甘露糖、D-松三糖、D-蜜二糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-棉籽糖、D-核糖、D-蔗糖、D-松二糖、D-木糖、七叶苷、柠檬酸铁、龙胆二糖、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷和水杨苷。下列化合物不产酸：2-酮基葡萄糖酸盐、核糖醇、D-阿拉伯糖、D-阿拉伯醇、D-果糖、D-海藻糖、D-木糖、D-甘露醇、D-山梨醇、D-己酮糖、D-海藻糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、葡萄糖酸盐、甘油、糖原、肌糖、菊糖、乳果糖、L-阿糖醇、L-海藻糖、L-鼠李糖、L-山梨糖、L-木糖、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、N-乙酰氨基葡萄糖、乙酸钠、柠檬酸钠、延胡索酸钠、L-苹果酸钠、丙酸钠、丙酮酸钠、丁二酸钠、α-酮戊二酸钠、淀粉、木糖醇、α-L-鼠李糖。菌株生长利用二价铁作为电子载体，而不能利用硫元素、四硫酸钾或硫代硫酸钠。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 及 iso-$C_{14:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 60.8 mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示菌株 Sueoka^T 与 *A. macrosporangiidus* 同源性达 91.9%，与 *A. pomorum* 同源性达 90.9%，与 *A. acidocaldarius* 同源性达 90.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg  ggcgggtgcg  gcggggcttg
61    ccttgccgca  ccagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtggg  taatctgcct  gtcagaccgg
121   aataacgcct  ggaaacgggt  gctaatgccg  gatagggcaa  tggggaggca  tctccctgtt
181   gggaaagggc  gcgatatgtg  ccgctgacag  atgagcccgc  ggcgcattag  ctggttggcg
241   gggtaacggc  ccaccaaggc  gacgatgcgt  agccggcctg  agagggtgga  cggccacact
```

301　gggactgaga　cacggcccag　actcctacgg　gaggcagcag　tagggaatct　tccgcaatgg
361　gcgcaagcct　gacggagcga　cgccgcgtga　gcgaggaagg　ccttcgggtt　gtaaagctct
421　gtcacccggg　gcgaagggct　atggggagtg　gaacgctctg　tagcctgacg　gtaccgggtg
481　aggaagcccc　ggcaaactac　gtgccagcag　ccgcggtaat　acgtaggggg　cgagcgttgt
541　ccggaatcac　tgggcgtaaa　gggtgcgtag　gcggccttgt　aagtccgagg　tgaaaggccc
601　gggctcaacc　cgggcaatgc　cttggaaact　gcggggcttg　agtgctggag　aggcaagggg
661　aattccacgt　gtagcggtga　aatgcgtaga　tatgtggagg　aataccggtg　gcgaaggcgc
721　cttgctggac　agcgactgac　gctgaggcac　gaaagcgtgg　ggagcgaaca　ggattagata
781　ccctggtagt　ccacgctgta　aacgatgagt　gctaggtgtt　gggggcgac　cctcagtgcc
841　gaaggaaacc　caataagcac　tccgcctggg　gagtacggtc　gcaagactga　aactcaaagg
901　aattgacggg　ggcccgcaca　agcagtggag　catgtggttt　aattcgaagc　aacgcgaaga
961　accttaccag　ggcttgacat　ccctctgacg　cacctggaga　caggtgttcc　cttatgggca
1021　gaggagacag　gtggtgcatg　gttgtcgtca　gctcgtgtcg　tgagatgttg　ggttaagtcc
1081　cgcaacgagc　gcaacccttg　acccgtgtta　ccagcgcggt　gaggcgggga　ctcacgggtg
1141　actgccggcg　taagtcggag　gaaggtgggg　atgacgtcaa　atcatcatgc　ccctgatgcc
1201　ctgggctaca　cacgtgctac　aatgggcggg　acaacgggaa　gcgaaggagc　gatccggagc
1261　gaaaccctga　aaaccgctcg　tagttcggat　tgcaggctgc　aactcgcctg　catgaaggcg
1321　gaattgctag　taatcgcgga　tcagcatgcc　gcggtgaata　cgttcccggg　ccttgtacac
1381　accgcccgtc　acaccatggg　agtcggcaac　acccgaagtc　ggtgaggtaa　cccgggggag
1441　actctggggg　ccagccgccg　aaggtggggt　cgatgactgg　ggtgaagtcg　taacaaggta
1501　gcc

485. *Alicyclobacillus consociatus*（污染脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-6。*Alicyclobacillus consociatus* Glaeser et al.，2013，comb. nov.（污染脂环酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CCUG 53762 = CCM8439。**★16S rRNA 基因序列号：**AB264026。**★种名释意：***consociatus* 为污染之意，故其中文名称为污染脂环酸芽胞杆菌（con.so.ci.a′tus. L. masc. adj. *consociatus* associated with，intended to mean that the type strain may have been associated with a human clinical case）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CCUG 53762^T 从 51 岁妇女血液样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性、需氧、杆状［（0.8～1.0）μm ×（2.0～5.0）μm］、不运动，芽胞球形、端生。在 R2A 培养基上，菌落圆形、凸起、米黄色。**★生理特性：**生长的温度为 15～45℃（最适温度为 30℃），低于 10℃或高于 50℃不能生长，生长的 pH 为 5.5～10.5（最适 pH 为 6.5），生长的盐浓度是 1%～2%（w/v），高于此盐浓度不能生长；**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阴性，氧化酶反应为阳性，弱产 H_2S；脲酶反应、降解明胶和酪蛋白反应、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶、甲基红形成、V-P 反应、柠檬酸盐利用和硝酸盐还原反应均表现为阴性；只有 D-葡萄糖和 D-木糖能产酸。下列化合物不产酸：乳糖、蔗糖、D-甘露糖、半乳糖醇、水杨苷、D-侧金盏花醇、肌醇、D-山梨醇、L-阿拉伯糖、棉籽糖、L-鼠李糖、麦芽糖、海藻糖、纤维二糖、赤藓糖醇、蜜二糖或阿糖醇。一些糖类化合物被利用：N-乙酰-D-葡萄糖胺、熊果糖、纤维二糖、D-果糖、D-葡萄糖、D-半乳糖、葡萄糖酸盐、L-苹果酸盐、麦芽糖、L-鼠李糖、

蔗糖、水杨苷、海藻糖、D-木糖、D-麦芽糖醇、D-甘露糖、D-甘露醇、4-氨基丁酸。而下列化合物不能被用作唯一碳源：L-阿拉伯糖、D-侧金盏花醇、肌醇、蜜二糖、核糖、D-山梨醇、丙酮酸盐、腐胺、乙酸盐、丙酸盐、顺式和反式乌头酸、己二酸、壬二酸盐、柠檬酸盐、亚甲基丁二酸盐、2-氧戊二酸盐、中康酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7，主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 47 mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示菌株 CCUG 53762^T 与 *A. pohliae* 模式菌株的同源性达 94.7%，与 *Tumebacillus* 其他种的同源性达 91.3%～93%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      aacgctggcg  gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgcgcgaac  ggaaggagag  cttgctcttc
61     tgaagttagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggcaacc  tgcctgacag  accgggataa
121    cgcttggaaa  cgagtgctaa  taccggatag  gcaaacggga  ggcatctcct  gattgagaaa
181    ggcgctacgg  cgtcactgtc  agatgggccc  gcggcgcatt  agctagttgg  tgaggtaacg
241    gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  accggccaca  ctgggactga
301    gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccacaat  gggcgcaagc
361    ctgatggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggccttcggg  ttgtaaaact  ctgtcttctg
421    ggacgaacgg  gcaggagagg  gaatgctcct  gccatgacgg  taccagagga  ggaagccacg
481    gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtaggtggc  aagcgttgtc  cggaattact
541    gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggccattta  agtctggggt  gaaagcccgg  ggctcaaccc
601    cgggattgcc  ttggatactg  gatggcttga  gcatcggaga  ggcaaggggа  attccacgtg
661    tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcgcc  ttgctggccg
721    attgctgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc
781    cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaggtgttg  gcggtttcaa  taccgtcagt  gccgaagcta
841    acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg  gtcgcaagac  tgaaactcaa  aggaattgac
901    gggggcccgc  acaagcagtg  gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac
961    caagacttga  catcccgctg  accggtctag  agataggcct  tcccttcggg  gcagcggaga
1021   caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg
1081   agcgcaaccc  ttgaactgtg  ttgccagcat  tgagttgggc  actcacagtt  gactgccggt
1141   gacaaaccgg  aggaaggcgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  tcttgggcta
1201   cacacgtgct  acaatgggcg  gtacagaggg  atgcgaaacc  gcgaggtgga  gcgaaaccct
1261   taaagccgtt  cgtagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagc  cggaattgct
1321   agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg
1381   tcacaccacg  agagttggta  acacccgaag  tcggtgaggt  aaccttatgg  agccagccgc
1441   cgaaggtggg  atcgatgatt  gggg
```

486. *Alicyclobacillus cycloheptanicus*（环庚基脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-7。*Alicyclobacillus cycloheptanicus*（Deinhard et al.，1988）Wisotzkey et al.，1992，comb. nov.（环庚基脂环酸芽胞杆菌）= *Bacillus cycloheptanicus* Deinhard et al.，1988，sp. nov.。**★模式菌株：**SCH = ATCC 49028 = ATCC BAA-2 = CIP 106133 = DSM 4006 = HAMBI 2074 = IFO（now NBRC）15310 = LMG 17941。**★16S rRNA 基因序列号：**AB042059。**★种名释意：***cycloheptanicus* 中 *kyclos* 为环状之意，*hepta* 为庚基之意，故其

中文名称为环庚基脂环酸芽胞杆菌（cy.clo.hep.ta′ni.cus. Gr. n. *kyclos* circle；Gr. n. *hepta* seven；N.L.adj. *cycloheptanicus* referring to the ω-cycloheptyl fatty acids）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SCH^{T} 从德国土壤样品中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（0.35～0.55）μm ×（2.5～4.5）μm］、好氧、革兰氏阳性、产芽胞、椭圆形、次端生、大小为 1.0 × 0.75 μm、胞囊轻微膨大或不膨大。菌落小、呈圆形、光滑、奶油白色、不透明。液体培养基中细胞在后期对数生长期形成的细胞呈短链状生长。**★生理特性：**甲硫氨酸或维生素 B_{12}、泛酸盐和异亮氨酸是生长必需因子。生长温度和 pH 分别是 40～53℃和 3.0～5.5；最适生长温度是 48℃和 3.5～4.5。在含有氨基酸的培养基中菌株能生长；pH 随着氨基酸和可发酵糖浓度的增加而增加。**★生化特性：**API CH50 测试结果表明，利用下列碳源能产酸：D-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露糖醇、山梨醇、苦杏仁苷、D-木糖、L-海藻糖、D-阿拉伯糖醇和 5-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 ω-环庚基十一烷酸、ω-环庚基十三烷酸和 ω-环庚基-α-羟基-十一烷酸，存在一种硫脂。主要呼吸醌为 MK-7，还含有少量的 MK-6 和 MK-9。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 54.0 mol%～56.9 mol%。16S rRNA 序列比对结果显示 *Bacillus cycloheptanicus*（现为 *Alicyclobacillus cycloheptanicus*）与 *B. subtilis*、*B. acidocaldarius*、*B. acidoterrestris*、*B. coagulans*、*B. stearothermophilus*、*B. alvei*、*B. brevis*、*Seteptoloccus cecorum*、*Lactobacillus lactis*、*L. mesenteroides* 及 *Clostridium innocuum* 的同源性分别为 85.3%、93.2%、92.7%、85.0%、86.0%、87.4%、85.3%、84.5%、81.6%、79.3%及 79.9%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61      ggacccttcg  gggtcagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggtaatctg  cccaactgac
121     cggaataacg  cctggaaacg  ggtgctaatg  ccggataggc  agcgagcagg  catctgctcg
181     ctgggaaagg  tgcaaatgca  ccgcagatgg  aggagcccgc  ggcgcattag  ctggttggtg
241     gggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgga  cggccacact
301     gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg
361     gcgcaagcct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gcgaagaagg  ccttcgggtt  gtaaagctca
421     gtcactcggg  aagagcggca  aggggagtgg  aaagcccctt  gagagacggt  accgagagag
481     gaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc
541     ggaatcactg  ggcgtaaagc  gtgcgtaggc  ggttgcgtgt  gtccggggtg  aaagtccagg
601     gctcaaccct  gggaatgcct  tggaaactgc  gtaacttgag  tgctggagag  gcaaggggaa
661     ttccgcgtgt  agcggtggaa  tgcgtagata  tgcggaggaa  taccagtggc  gaaggcgcct
721     tgctggacag  tgactgacgc  tgaggcacga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc
781     ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttgg  ggggtaccac  cctcagtgcc
841     gaaggaaacc  caataagcac  tccgcctggg  gagtacggtc  gcaagactga  aactcaaagg
901     aattgacggg  ggcccgcaca  agcagtggag  catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961     accttaccag  ggcttgacat  cccccctgaca gccgcagaga  tgcggtttcc  cttcggggca
1021    ggggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc
1081    cgcaacgagc  gcaacccttg  aactgtgtta  ccagcacgtg  aaggtgggga  ctcacagttg
1141    actgccggcg  taagtcggag  gaaggcgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cctttatgtc
1201    ctgggctaca  cacgtgctac  aatgggcggt  acaacgggaa  gcgagaccgc  gaggtggagc
1261    aaacccctga  aagccgttcg  tagttcggat  tgcaggctgc  aactcgcctg  catgaagccg
```

1321	gaattgctag	taatcgcgga	tcagcatgcc	gcggtgaatc	cgttcccggg	ccttgtacac
1381	accgcccgtc	acaccacgag	agtcggcaac	acccgaagtc	ggtggggtaa	cccgtcaggg
1441	ggccagccgc	cgaaggtggg	gttgatgatt	ggggtgaagt	cgtaacaagg	tagccgtatc
1501	ggaaggtgcg	gttggat				

487. *Alicyclobacillus disulfidooxidans*（氧化二硫醚脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-8。*Alicyclobacillus disulfidooxidans*（Dufresne et al.，1996）Karavaiko et al.，2005，comb. nov.（氧化二硫醚脂环酸芽胞杆菌）= *Bacillus disulfidooxidans* Dufresne et al.，1996。**★模式菌株：**SD-11 = ATCC 51911 = DSM 12064。**★16S rRNA** 基因序列号：AB089843。**★种名释意：***disulfidooxidans* 中 *disulfidum* 为二硫醚之意，*oxidans* 为氧化之意，故其中文名称为氧化二硫醚脂环酸芽胞杆菌（N.L. n. *disulfidum*，disulfide；N.L. part. adj. *oxidans*，oxidizing；N.L. part. adj. *disulfidooxidans*，disulfide-oxidizing bacterium）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SD-11^{T} 分离自加拿大魁北克省 EIlake 湖市污水处理厂的活性淤泥，采用元素硫和硫代硫酸盐琼脂培养基（pH 4.0）进行分离。**★形态特征：**营养细胞为杆状［（0.3～0.5）μm×（0.9～3.6）μm］，好氧，形成芽胞，不运动，尽管革兰氏染色可变，但它是典型的革兰氏阳性细菌。芽胞卵圆形，次端生，胞囊膨大。细胞有时含多晶体，其宽度随培养时间延长而增加，在特定底物上生长会形成长链状。在固体培养基上不能单独生长，仅与产酸细菌一起培养时可以形成菌落和生长；在液体培养基中可以生长，且形成絮凝物。**★生理特性：**生长 pH 为 0.5～6.0，最适 pH 为 1.5～2.5；生长温度为 4～40℃，最适为 35℃。**★生化特性：**异养生长时能利用葡萄糖、谷氨酸、氧化型谷胱甘肽或二硫基-bis-苯并噻唑。当细胞利用元素硫作为唯一能源时，不能将其氧化为硫酸，而且酵母提取物是必需的生长因子。不能由 MI 50 CH 测试的碳水化合物产酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.1 mol%（T_m）。菌株 SD-11^{T} 与 *A. cycloheptanicus* 和 *Sulfobacillus thermosulfidooxidans* 的 16S rRNA 序列同源性最高，分别为 95.5%和 95.2%。16S rRNA 基因序列如下。

1	agagtttgat	cctggctcag	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc
61	ggactcctac	gggagtgagc	ggcggacggg	tgaggaacac	gtgggcaatc	tgcccattgg
121	actggaataa	cgcctggaaa	cgggtgctaa	ggccagatag	acacagaaga	ggcctctctt
181	gtgtgggaaa	gatgctacgg	catcgccagt	ggaggagccc	gcggcgcatt	agctggttgg
241	cggggtaacg	gcccaccaag	gcgacgatgc	gtagccgacc	tgagagggtg	aacggccaca
301	ctgggactga	gacacggccc	agactcctac	gggaggcagc	agtagggaat	cttccgcaat
361	gggcgcaagc	ctgacggagc	aacgccgcgt	aagcgaagaa	ggccttcggg	ttgtaaagct
421	tagtcactcg	ggaagagcgg	gtgggagagg	gaatgctccc	accgagacgg	taccgggaga
481	ggaagccccg	gcaaactacg	tgccagcagc	cgcggtaata	cgtagggggc	aagcgttgtc
541	cggaatcact	gggcgtaaag	ggtgcgtagg	cggtgttgtg	ggtctgaggt	gaaaggtcgg
601	ggctcaaccc	tgagaatgcc	ttggaaactg	caagacttga	gtgctggaga	ggcaaggga
661	attccacgtg	tagcggtgaa	atgcgtagag	atgtggagga	ataccagtgg	cgaaggcgcc
721	ttgctggaca	gtgactgacg	ctgaggcacg	aaagcgtggg	gagcaaacag	gattagatac
781	cctggtagtc	cacgccgtaa	acgatgagtg	ctaggtgttg	gggggtacca	ccctcagtgc
841	cgaaggaaac	ccaataagca	ctccgcctgg	ggagtacggt	cgcaagactg	aaactcaaag

901　gaattgacgg　gggcccgcac　aagcagtgga　gcatgtggtt　taattcgaag　caacgcgaag
961　aaccttacca　gggcttgaca　tcccccagac　gggtgtagag　atacaccgtc　ccttcggggc
1021　tggggagaca　ggtggtgcat　ggttgtcgtc　agctcgtgtc　gtgagatgtt　gggttaagtc
1081　ccgcaacgag　cgcaaccctt　gatcggtgtt　accagcgcgt　aaaggcgggg　actcaccggt
1141　gactgccgtc　gtaagacgga　ggaaggcggg　gatgacgtca　aatcatcatg　ccccttatgt
1201　cctgggcgac　acacgtgcta　caatgggcgg　cacaacggga　cgcgagagag　caatctggag
1261　ccaacccctg　aaaaccgctc　gtagttcgga　ttgcaggctg　caactcgcct　gcatgaagcc
1321　ggaattgcta　gtaatcgcgg　atcagcatgc　cgcggtgaat　ccgttcccgg　gccttgtaca
1381　caccgcccgt　cacaccacga　gagtcgacaa　cacccgaagt　cggtggggta　acccgtaagg
1441　gggccagccg　ccgaaggtgg　ggccgatgat　tggggtgaag　tcgtaacaag　gtagccgtat
1501　cggaaggtgc　ggttgga

488. *Alicyclobacillus fastidiosus*（苛求脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-9。*Alicyclobacillus fastidiosus* Goto et al.，2007，sp. nov.（苛求脂环酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**S-TAB = DSM 17978 = IAM 15229 = JCM 21683 = NBRC 103109。**★16S rRNA 基因序列号：**AB264021。**★种名释意：***fastidiosus* 为苛求之意，故其中文名称为苛求脂环酸芽胞杆菌（L. masc. adj. *fastidiosus*，fastidious，referring to its fastidious character）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 5-TAB^T 从苹果汁分离而来。**★形态特征：**细胞杆状[（4.0～5.0）μm ×（0.9～1.0）μm]，革兰氏阳性但衰老的培养物革兰氏可变，严格好氧、可运动、形成芽胞。芽胞卵圆形、亚末端生、胞囊膨大。BAM 培养基上培养 48 h 后，菌落直径为 3～4 mm，无色素产生、奶油白色、圆形、不透明、边缘整齐、凸起。**★生理特性：**生长温度为 20～55℃、最适为 40～45℃，最适 pH 4.0～4.5，pH 2.0 或 pH 5.5 时不能生长。0～2%（w/v）NaCl 时可生长，5%时不能生长。**★生化特性：**氧化酶反应为阴性，过氧化氢酶反应为弱阳性。硝酸还原、V-P 反应和吲哚产生反应为阴性。明胶水解反应为阳性，七叶苷、熊果苷、淀粉、苯丙氨酸和酪氨酸反应为阴性。能利用 D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、甲基-β-D-木糖苷、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、鼠李糖、肌醇、甘露醇、蜜二糖、海藻糖、D-棉籽糖、D-己酮糖、D-海藻糖和 L-海藻糖产酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7；主要脂肪酸为 $C_{17:0}$ ω-环己烷酸、$C_{19:0}$ ω-环己烷酸，含有少量的 iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.9 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1　agagtttgat　cctggctcag　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc
61　gaacccttcg　nngttagcgg　cggacgggtg　agtaacacgt　gggcaatctg　cctgtcagac
121　tggaataaca　ctcggaaacg　ggtgctaatg　ccggatgaca　cacgggaagg　catcttcctg
181　tgttgaaagg　tgcaactgca　tcgctgatag　aggagcccgc　ggcgcattag　ctagttggtg
241　aggtaacggc　ccaccaaggc　gacgatgcgt　agccgacctg　agagggtgac　cggccacact
301　gggactgaga　cacggcccag　actcctacgg　gaggcagcag　tagggaatct　tccgcaatgg
361　gcgcaagcct　gacggagcaa　cgccgcgtga　gcgaagaagg　ccttcgggtt　gtaaagctct
421　gttgctcggg　gagagcgaca　aggagagtgg　aaagctcctt　gtgagacggt　accgagtgag
481　gaagccccgg　ctaactacgt　gccagcagcc　gcggtaatac　gtagggggca　agcgttgtcc

```
541   ggaatcactg ggcgtaaagc gtgcgtaggc ggttgtgtaa gtctgaagtg aaagtccaag
601   gctcaacctt gggattgctt tggaaactgc ataacttgag tgctggagag gcaaggggaa
661   ttccacgtgt agcggtgaaa tgcgtagata tgtggaggaa taccagtggc gaaggcgcct
721   tgctggacag tgactgacgc tgaggcacga aagcgtgggg agcaaacagg attagatacc
781   ctggtagtcc acgccgtaaa cgatgagtgc taggtgttgg ggggacacac cccagtgccg
841   aaggaaaccc aataagcact ccgcctgggg agtacggtcg caagactgaa actcaaagga
901   attgacgggg gcccgcacaa gcagtggagc atgtggttta attcgaagca acgcgaagaa
961   ccttaccagg gcttgacatc cctctgancg ggctagagat agtccttccc ttcggggcag
1021  aggagacagg tggtgcatgg ttgtcgtcag ctcgtgtcgt gagatgttgg gttaagtccc
1081  gcaacgagcg caacccttga cctgtgttac cagcacgtag tggtggggac tcacaggtga
1141  ctgccggcgt aagtcggagg aaggcgggga tgacgtcaaa tcatcatgcc ctttatgtcc
1201  tgggctacac acgtgctaca atgggcggta caacgggaag cgaagccgcg aggtggagcg
1261  aaacctaaaa agccgttcgt agttcggatt gcaggctgca actcgcctgc atgaagccgg
1321  aattgctagt aatcgcggat cagcatgccg cggtgaatcc gttcccgggc cttgtacaca
1381  ccgcccgtca caccacgaga gtcggcaaca cccgaagtcg gtgaggtaac cttnnggagc
1441  cagcccgccg aaggtggggt tgatgattgg ggtgaagtcg taacaaggta gccgtatcgg
1501  aaggtgcggc tgga
```

489. *Alicyclobacillus ferrooxydans*（氧化铁脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-10。*Alicyclobacillus ferrooxydans* Jiang et al.，2008，sp. nov.（氧化铁脂环酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**TC-34 = CGMCC 1.6357 = JCM 15090。**★16S rRNA 基因序列号：**EU137838。**★种名释意：***ferrooxydans* 中 *ferrum* 为铁之意，*oxydare* 为氧化之意，故其中文名称为氧化铁脂环酸芽胞杆菌（L. n. *ferrum*，iron；Gr. adj. *oxus*，acid or sour and in combined words indicating oxygen；N.L. v. *oxydare*，to make acid，to oxidize；N.L. part. adj. *ferrooxydans*，iron-oxidizing）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 TC-34^T 是从我国云南省腾冲县火山口土中分离而来的。**★形态特征：**细胞大小为［（0.4～0.6）μm ×（1.0～1.5）μm］，革兰氏阳性，严格好氧，不运动，芽胞球状或杆状，圆形、末端生。改良的 Norris broth 培养基上，菌落直径为 0.3～0.5 mm，中间棕色、周边黄橙色；改良的 BAM 培养基上无色素，菌落圆形、边缘整齐，直径为 0.3～0.5 mm。**★生理特性：**生长需要酵母提取物。生长耐盐性为 0～3% NaCl，4%时不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶反应为阳性。能产生吲哚。硝酸还原、甲基红和 V-P 反应为阴性。不能产生 H_2S。能水解淀粉和酪蛋白，不能水解明胶、吐温 80、水杨苷和 DNA。磷酸酶、酯酶活性反应为阳性。L-赖氨酸脱羧酶，L-鸟氨酸脱羧酶和 L-苯丙氨酸脱氨酶缺失。能利用 L-阿拉伯糖、纤维二糖、赤藓糖醇、L-海藻糖、D-甘露糖、麦芽糖、D-果糖、D-山梨醇、D-半乳糖和 D-葡萄糖作为碳源，不能利用甘油、七叶苷、松三糖、D-甘露醇、棉籽糖、肌醇、D-乳糖、L-苯丙氨酸、L-半胱氨酸、蛋白胨或木糖醇作为碳源。能利用 L-阿拉伯糖、甲基-β-D-木糖苷、甲基-α-D-甘露糖苷、海藻糖、山梨醇、D-葡萄糖、松二糖、D-木糖、D-己酮糖、葡萄糖酸钾和七叶苷发酵产酸，不能利用甘油、赤藓醇、D-阿拉伯糖、D-木糖、L-木糖、D-半乳糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、肌醇、D-甘露醇、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦

芽糖、D-乳糖、蜜二糖、蔗糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、糖原、木醇、β-龙胆二糖、D-海藻糖、L-海藻糖或 D-阿拉伯醇发酵产酸。**★化学特性：**呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.6 mol%。该菌株与 *Alicyclobacillus* 的 16S rRNA 同源性为 90.8%～94.8%，其中与 *A. pomorum* 的同源性最高，为 94.8%。16S rRNA 基因序列如下。

1	agagtttgat	cctggctcag	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgcgc
61	ggacttcttc	ggaagtcagc	ggcggacggg	tgagtaacac	gtgggcaatc	tgcctcttag
121	actggaataa	cgcctggaaa	cgggtgctaa	tgccagatag	agcaacggac	aggcatctgt
181	ttgttgggaa	aggtgctacg	gcatcgctaa	gagaggagcc	cgcggcgcat	tagctagttg
241	gtggggtaac	ggcctaccaa	ggcgacgatg	cgtagccgac	ctgagagggt	gaccggccac
301	actgggactg	agacacggcc	cagactccta	cgggaggcag	cagtagggaa	tcttcggcaa
361	tgggcgcaag	cctgaccgag	caacgccgcg	tgagcgaaga	aggccttcgg	gttgtaaagc
421	tcagtcatcc	gggaagagag	accaggggag	ggaatgcctc	tggagagacg	gtaccgggag
481	aggaagcccc	ggctaactac	gtgccagcag	ccgcggtaat	acgtaggggg	caagcgttgt
541	ccggaatcac	tgggcgtaaa	gcgtgcgtag	gcggtttgtt	aagtctgaag	tgaaaggcca
601	tggctcaacc	atgggaatgc	tttggaaact	ggcagacttg	agtactggag	aggcaagggg
661	aattccacgt	gtagcggtga	aatgcgtaga	gatgtggagg	aataccagtg	gcgaaggcgc
721	cttgctggac	agtgactgac	gctgaggcac	gaaagcgtgg	ggagcaaaca	ggattagata
781	tcctggtagt	ccacgccgta	aacgatgagt	gctaggtgtt	ggaggttcag	accttcagtg
841	ccgaaggaaa	cccaataagc	actccgcctg	gggagtacgg	tcgcaagact	gaaactcaaa
901	ggaattgacg	gggcccgca	caagcagtgg	agcatgtggt	ttaattcgaa	gcaacgcgaa
961	gaaccttacc	agggcttgac	atccctctga	ccggtgtaga	gatacacctt	cccttcgggg
1021	cagaggagac	aggtggtgca	tggttgtcgt	cagctcgtgt	cgtgagatgt	tgggttaagt
1081	cccgcaacga	gcgcaaccct	tgacctgtgt	taccagcacg	taatggtggg	gactcacagg
1141	tgactgccgg	cgtaagtcgg	aggaaggtgg	ggatgacgtc	aaatcatcat	gccccttatg
1201	tcctgggcaa	cacacgtgct	acaatgggcg	gaacaacggg	aagcgagacc	gcgaggtgga
1261	gcgaacccct	gaaaaccgtt	cgtagttcgg	attgcaggct	gcaacccgcc	tgcatgaagc
1321	cggaattgct	agtaatcgcg	gatcagcatg	ccgcggtgaa	tccgttcccg	ggccttgtac
1381	acaccgcccg	tcacaccacg	agagttggca	acacccgaag	tcggtggggt	aaccttatag
1441	gggccagccg	ccgaaggtgg	ggctgatgat	tggggtgaag	tcgtaacaag	gtagcc

490. *Alicyclobacillus herbarius*（草脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-11。*Alicyclobacillus herbarius* Goto et al.，2002，sp. nov.（草脂环酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CP-1 = DSM 13609=IAM 14883=JCM 21376=NBRC 100860 = NRIC 0477。**★16S rRNA 基因序列号：**AB042055。**★种名释意：***herbarius* 为草之意，故其中文名称为草脂环酸芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *herbarius* pertaining to herb，*from* which the organism was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CP-1^T 从干芙蓉花分离而来。**★形态特征：**细胞杆状、革兰氏阳性，严格好氧，可运动，形成芽胞。芽胞卵圆形，亚末端生，胞囊膨大。BAM 培养基上培养 72 h 菌落直径为 2～3 mm，不产色素。**★生理特性：**生长温度为 35～65℃（最适为 55～60℃），最适生长 pH 为 4.5～5.0，pH 3.0 和 6.5 时不能生长。生长因子是

非必需的，但添加酵母提取物可促进生长。**★生化特性：**氧化酶反应为阴性，过氧化氢酶反应为阳性。硝酸还原反应为阳性，V-P 反应和吲哚产生反应为阴性。明胶和淀粉水解反应为阴性，七叶苷水解反应为阳性。能利用甘油、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、鼠李糖、甘露醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、苦杏仁糖、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、松三糖、D-棉籽糖、β-龙胆二糖、D-松二糖、D-海藻糖、5-酮基葡萄糖酸钾产酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7，主要脂肪酸为 $C_{18:0}$ ω-环庚烷酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 56.2 mol%。该菌株与 *Alicyclobacillus* 和 *Sulfobacillus disulfidooxidans* 的 16S rRNA 同源性为 91.3%～92.6%，与 *S. thermosulfidooxidans* 和 *S. acidophilus* 16S rRNA 同源性分别为 84.7 和 82.1%，与 *A. acidocaldarius* ATCC 27009^T、*A. acidoterrestris* ATCC 49025^T、*A. cycloheptanicus* DSM 4006^T 和 *S. disulfidooxidans* DSM 12064^T 的 DNA-DNA 杂交关联度为 10%～16%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61     ggacggaagg  gagcttgctc  ccggacgtca  gcggcggacg  ggtgaggaac  acgtgggcaa
121    tctgcccatc  agtcgggaat  aacactcgga  aacgggtgct  aatgccggat  aggcatcttg
181    ggggcatccc  tgggatggga  aaggcgctta  ggcgctgctg  atggaggagc  ccgcggcgca
241    ttagctggtt  ggcggggtaa  cggcccacca  aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg
301    tgaccggcca  cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga
361    atcttccgca  atgggcgcaa  gcctgacgga  gcaacgccgc  gtgagcgaag  aaggccttcg
421    ggttgtaaag  ctcagtcaat  cgggaagagc  gacctaggga  gggaatgccc  taggggagac
481    ggtaccgatg  gaggaagccc  cggcaaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtagggg
541    gcgagcgttg  tccggaatga  ctgggcgtaa  agcgtgcgta  ggcggcctta  cgcgtctgag
601    gtttaagacc  acggctcaac  cgtgggggtg  ccttggaaac  ggtgaggctt  gagtgctgga
661    gaggcaaggg  gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  agatgtggag  gaatacccgt
721    ggcgaaggcg  ccttgctgga  cagtgactga  cgctgaggca  cgaaagcgtg  gggagcaaac
781    aggattagat  accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgag  tgctaggtgt  tgggggtgcg
841    agccctcagt  gccgaaggaa  acccaataag  cactccgcct  ggggagtacg  gtcgcaagac
901    tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc  acaagcagtg  gagcatgtgg  tttaattcga
961    agcaacgcga  agaaccttac  cagggcttga  catccctctg  acgcactcag  agatgggtgt
1021   tcccntntgg  gcagaggaga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg
1081   ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgacctgtg  ttaccagcgc  gtganggngg
1141   ggactcacag  gtgactgccg  gcgcaagccg  gaggaaggcg  gggatgacgt  caaatcatca
1201   tgcccttgat  gtcctgggcg  acacacgtgc  tacaatgggc  ggtacaacgg  gcagcgagac
1261   cgcgaggtgg  agcgaatccc  tgaaagccgc  tcgtagttcg  gattgcaggc  tgcaacccgc
1321   ctgcatgaag  ncggaattgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atccgttccc
1381   gggccttgta  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagtgagc  aacacccgaa  gtcggtgagg
1441   caaccggata  ggagccagcc  gccgaaggtg  gggctcgcga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa
1501   ggtagccgta  tcggaaggtg  cggttggat
```

491. *Alicyclobacillus hesperidum*（金星脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-12。*Alicyclobacillus hesperidum* Albuquerque et al.，2000，sp. nov.

（金星脂环酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**FR-11 = DSM 12489。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ133633。**★种名释意：***hesperidum* 为金星之意，故其中文名称为金星脂环酸芽胞杆菌（L. fem. pl. n. *hesperidum*，of the Hesperides，mythological figures whom the Greeks believed to have lived at the western edge of the Earth，interpreted by the authors as being located in the Azores）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 FR-11^T 从亚速尔群岛地区米格尔岛的弗纳斯分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（2.1～3.9）μm ×（0.5～0.7）μm］，革兰氏阳性，不运动，芽胞末端生，胞囊不膨大。BAM 培养基上培养 72 h 后，菌落直径为 1～2 mm，不产色素。**★生理特性：**生长温度为 35～60℃（最适为 50～53℃），最适生长 pH 为 3.5～4.0，pH 2.0 或 6.0 时不能生长。**★生化特性：**氧化酶反应为阴性，过氧化氢酶反应为弱阳性。酵母提取物和生长因子是生长非必需的。硝酸还原反应为阴性，明胶、皮粉（hide powder）和淀粉水解反应为阳性，弹性蛋白和纤维蛋白反应为阴性。能利用己糖和二糖作为唯一碳源和能源，但不能利用醇和戊糖（除了甘露醇和甘油）作为唯一碳源和能源。L-丝氨酸、L-天冬酰胺、L-谷氨酸、L-谷氨酰胺、L-脯氨酸和 L-精氨酸不能作为唯一碳源。**★化学特性：**主要脂肪酸为 $C_{17:0}$ ω-环己烷酸和 $C_{19:0}$ ω-环己烷酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.3 mol%。菌株 FR-11^T 与 *A. acidoterrestris* 的 16S rRNA 同源性为 97.7%，DNA-DNA 杂交关联度为 60.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       ctggcggcgt  gcctaataca  tgcaagtcgt  gcggacatct  tcggatgtca  gcggcggacg
61      ggtgagtaac  acgtgggcaa  tctgcctttc  agaccggaat  aacactcgga  aacgggtgct
121     aatgccggat  aggtcacgag  gaggcatctt  cttgtgagga  aagttgcaaa  tgcagcgctg
181     agagaggagc  ccgcggcgca  ttagctagtt  ggtgaggtaa  cggctcacca  aggcgacgat
241     gcgtagccga  cctgagaggg  tgaccggcca  cactgggact  gagacacggc  ccagactcct
301     acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca  atgggcgaaa  gcctgacgga  gcaacgccgc
361     gtgagcgaag  aaggccttcg  ggttgtaaag  ctctgttgct  cggggagagc  gataaggaga
421     gtggaaagct  ccttaggaga  cggtaccgag  tgaggaagcc  ccggcaaact  acgtgccagc
481     agccgcggta  atacgtaggg  ggcaagcgtt  gtccggaatc  actgggcgta  aagcgtgcgt
541     aggcggttgt  gtaagtctgg  agtgaaagtc  catggctcaa  ccatgggatg  gctttggaaa
601     ctgcatgact  tgagtgctgg  agaggcaagg  ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta
661     gatatgtgga  ggaataccag  tggcgaaggc  gccttgctgg  acagtgactg  acgctgaggc
721     acgaaagcgt  ggggagcaaa  caggattaga  taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga
781     gtgctaggtg  ttgggggat   acacctcagt  gccgaaggaa  acccaataag  cactccgcct
841     ggggagtacg  gtcgcaagac  tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc  acaagcagtg
901     gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  cagggcttga  catccctctg
961     accggtgcag  agatgtacct  tcccttcggg  gcagaggaga  caggtggtgc  atggttgtcg
1021    tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgacctgtg
1081    ttaccagcac  gtagaggtgg  ggactcacag  gtgactgccg  gcgtaagtcg  gaggaaggcg
1141    gggatgacgt  caaatcatca  tgccctttat  gtcctgggct  acacacgtgc  tacaatgggc
1201    ggtacaacgg  gaagcgaagc  cgcgaggtgg  agccaaaccc  agaaagccgt  tcgtagttcg
1261    gattgcaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag  ccggaattgc  tagtaatcgc  ggatcagcat
1321    gccgcggtga  atccgttccc  gggccttgta  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagtcggc
```

1381　aacacccgaa　gtcggtgagg　taacccttag　gggagccagc　cgccgaaggt　ggggcggatg
1441　attggggtga　agtcgtaaca　aggtagccgt　atcggaaggt　gcggc

492. *Alicyclobacillus kakegawensis*（挂川脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-13。*Alicyclobacillus kakegawensis* Goto et al.，2007，sp. nov.（挂川脂环酸芽胞杆菌）。★**模式菌株：**5-A83J = DSM 17979 = IAM 15227 = JCM 21681 = NBRC 103104。★**16S rRNA 基因序列号：**AB264022。★**种名释意：***kakegawensis* 意为模式菌株分离自日本挂川，故其中文名称为挂川脂环酸芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *kakegawensis*，pertaining to Kakegawa，a city in Shizuoka Prefecture，Japan，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 5-A83J^T 从静冈市农田土壤分离而来。★**形态特征：**细胞杆状［（4.0～5.0）μm ×（0.6～0.7）μm］，革兰氏阳性但老培养物革兰氏可变，严格好氧，运动、形成芽胞。芽胞卵圆形、亚末端生、胞囊膨大。BAM 培养基上培养 48 h 后，菌落直径为 2～3 mm，无色素产生、奶油白色、圆形、不透明、边缘整齐、凸起。★**生理特性：**生长温度为 40～60℃、最适为 50～55℃，最适 pH 4.0～4.5，pH 3.0 或 pH 6.5 时不能生长。2%（w/v）NaCl 时可生长，5%时不能生长。★**生化特性：**氧化酶反应为阴性，过氧化氢酶反应为弱阳性。硝酸还原、V-P 反应和吲哚产生为阴性。七叶苷和熊果苷水解反应为阳性，明胶、淀粉、苯丙氨酸和酪氨酸反应为阴性。能利用 D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、L-木糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、鼠李糖、甘露醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、苦杏仁苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蔗糖、海藻糖、木醇、β-龙胆二糖、D-松二糖和 D-阿拉伯醇产酸。★**化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7；主要脂肪酸为 $C_{18:0}$ ω-环己烷酸、$C_{18:0}$ ω-环己烷酸 2-OH 和 $C_{20:0}$ ω-环己烷酸，含有少量的 $C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 61.3 mol%～61.7 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1　tagagtttga　tcatggctca　ggacgaacgc　tggcggcgtg　cctaatacat　gcaagtcgag
61　cgggtcttga　ggggcttgcc　ccttgaggcc　agcggcggac　gggtgaggaa　cacgtgggta
121　atctgcccat　cagtcgggaa　taacacccgg　aaacgggtgc　taaagccgga　taggcattct
181　gggggcatcc　ccgggatggg　aaaagcggtt　ttcgctgctg　atggaggagc　ccgcggcgca
241　ttagctagtt　ggtggggtaa　aggcctacca　aggcgacgat　gcgtagccgg　cctgagaggg
301　tgaacggcca　cactgggact　gagacacggc　ccagactcct　acgggaggca　gcagtaggga
361　atcttccgca　atgggcgcaa　gcctgacgga　gcaacgccgc　gtgagcgaag　aaggccttcg
421　ggttgtaaag　ctcagtcaat　cgggaagagc　gacctaggga　gggaatgccc　taggggagac
481　ggtaccgatg　gaggaagccc　cggcaaacta　cgtgccagca　gccgcggtaa　tacgtagggg
541　gcgagcgttg　tccggaatga　ctgggcgtaa　agggtgcgta　ggcggcctga　cacgtctggg
601　gtgaaaggcc　acggctcaac　cgtgggggtg　ccctggaaac　ggtgaggctt　gagtgctgga
661　gaggcaaggg　gaattccacg　tgtagcggtg　aaatgcgtag　agatgtggag　gaataccngt
721　ggcgaaggcg　ccttgctgga　cagtgactga　cgctgaggca　cgaaagcgtg　gggagcgaac
781　aggattagat　accctggtag　tccacgctgt　aaacgatgag　tgctaggtgt　tgggggtgcg
841　agccctcagt　gccgaaggaa　acccaataag　cactccgcct　ggggagtacg　gtcgcaagac
901　tgaaactcaa　aggaattgac　gggggcccgc　acaagcagtg　gagcatgtgg　tttaattcga

961	agcaacgcga	agaaccttac	cagggcttga	catccctctg	acgcgtgcag	agatgtgcgt
1021	tcccntnngg	gcagaggaga	caggtggtgc	atggttgtcg	tcagctcgtg	tcgtgagatg
1081	ttgggttaag	tcccgcaacg	agcgcaaccc	ttgacctgtg	ttaccagcgc	gtgaaggcgg
1141	ggactcacag	gtgactgccg	gcgcaagccg	gaggaaggcg	gggatgacgt	caaatcatca
1201	tgcccttgat	gtcctgggcg	acacacgtgc	tacaatgggc	ggtacaacgg	ggngcgaagc
1261	cgcgaggcgg	agcgaatccc	tgaaagccgt	tcgtagttcg	gattgcaggc	tgcaacccgc
1321	ctgcatgaag	ccggaattgc	tagtaatcgc	ggatcagcat	gccgcggtga	atccgttccc
1381	gggccttgta	cacaccgccc	gtcacaccac	gagagtgagc	aacacccgaa	gtcggtgagg
1441	caaccggaga	cggagccagc	cgccgaaggt	ggggctcgcg	attggggtga	agtcgtaaca
1501	aggtagccgt	atcggaagg				

493. *Alicyclobacillus macrosporangiidus*（大胞囊脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-14。*Alicyclobacillus macrosporangiidus* Goto et al.，2007，sp. nov.（大胞囊脂环酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**5-A239-2O-A = DSM 17980 = IAM 15370 = JCM 21814。**★16S rRNA 基因序列号：**AB264025。**★种名释意：***macrosporangiidus* 中 *makros* 为大之意，*sporangium* 为胞囊之意，故其中文名称为大胞囊脂环酸芽胞杆菌（Gr. adj. *makros*，big；N.L. n. *sporangium*，sporangia；L. suff. *-idus*，suffix expressing a quality or tendency；N.L. masc. adj. *macrosporangiidus*，having large sporangia）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 5-A239-2O-A^T 从藤枝市农田土壤分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（5.0～6.0）μm ×（0.7～0.8）μm］，革兰氏阳性但衰老的培养物革兰氏可变，严格好氧，可运动，形成芽胞。芽胞卵圆形、端生、胞囊膨大。BAM 培养基上培养 48 h 后，菌落直径为 2～4 mm，无色素产生、奶油白色、圆形、不透明、边缘整齐、凸起。**★生理特性：**生长温度为 35～60℃、最适为 50～55℃，最适 pH 4.0～4.5，pH 3.0 或 pH 6.5 时不能生长。0～5%（w/v）NaCl 时可生长，7%时不能生长。**★生化特性：**氧化酶反应为阴性，过氧化氢酶反应为弱阳性。硝酸还原、V-P 反应和吲哚产生为阴性。七叶苷水解反应为阳性，明胶、熊果苷、淀粉、苯丙氨酸和酪氨酸反应为阴性。能利用甘油、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、L-木糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、鼠李糖、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、水杨苷、麦芽糖、乳糖、蔗糖、海藻糖、木醇、β-龙胆二糖和 D-阿拉伯醇产酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7；主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$（44.2%）、iso-$C_{17:0}$（16.7%）和 anteiso-$C_{17:0}$（25.2%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 62.5 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1	tagagtttga	tcatggctca	ggacgaacgc	tggcggcgtg	cctaatacat	gcaagtcgag
61	cgggttnnng	gaggcttgcc	tcctggaatc	agcggcggac	gggtgagtaa	cacgtgggca
121	atctgcctgt	cagaccggaa	taacgcctgg	aaacgggtgc	taatgccgga	tagagcaatg
181	ggcaggcatc	tgcctgttgg	gaaaggcgcg	aatgcgctgc	tgacagagga	gcccgcggcg
241	cattagctag	ttggcggggt	aacggcccac	caaggcgacg	atgcgtagcc	gacctgagag
301	ggtgaccggc	cacactggga	ctgagacacg	gcccagactc	ctacgggagg	cagcagtagg
361	gaatcttccg	caatgggcgc	aagcctgacg	gagcaacgcc	gcgtgagcga	agaaggcctt
421	cgggttgtaa	agctcagtca	cccgggaaga	gcgacctgcg	gagtggaaag	ccgcagggga
481	gacggtaccg	ggagaggaag	ccccggcaaa	ctacgtgcca	gcagccgcgg	taatacgtag

541 ggggcgagcg ttgtccggaa tcactgggcg taaagcgtgc gtaggcggtc aagcaagtcc
601 gaggtgaaag accgaggctc aacctcgggg tggccttgga aactgtttga cttgagtgct
661 ggagaggcaa ggggaattcc acgtgtagcg gtgaaatgcg tagatatgtg gaggaatacc
721 agtggcgaag gcgccttgct ggacagtgac tgacgctgag gcacgaaagc gtggggagca
781 aacaggatta gataccctgg tagtccacgc cgtaaacgat gagtgctagg tgttgggggg
841 gttacccttc agtgccgaag gaaacccaat aagcactccg cctggggagt acggtcgcaa
901 gactgaaact caaaggaatt gacgggggcc cgcacaagca gtggagcatg tggtttaatt
961 cgaagcaacg cgaagaacct taccagggct tgacatccct ctgacaggtg cagagatgca
1021 ccctcccttc ggggcagagg agacaggtgg tgcatggttg tcgtcagctc gtgtcgtgag
1081 atgttgggtt aagtcccgca acgagcgcaa cccttgacct gtgttaccag cgcgtaatgg
1141 cggggactca caggtgactg ccggcgtaag tcggaggaag gtggggatga cgtcaaatca
1201 tcatgccctt tatgtcctgg gctacacacg tgctacaatg ggcggtacaa cgggaagcga
1261 ggccgcgagg cggagcaaac ccctgaaagc cgcccccagt tcggattgca ggctgcaact
1321 cgcctgcatg aagccggaat tgctagtaat cgcggatcag catgccgcgg tgaatacgtt
1381 cccgggcctt gtacacaccg cccgtcacac cacgagagtc ggcaacaccc gaagtcggtg
1441 aggtaaccct cgcaagaggg ggccagccgc cgaaggtggg gctgatgatt ggggtgaagt
1501 cgtaacaagg tagccgtatc ggaagg

494. *Alicyclobacillus pomorum*（果实脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-15。*Alicyclobacillus pomorum* Goto et al.，2003，sp. nov.（果实脂环酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**3A = DSM 14955 = IAM 14988 = JCM 21459 = NBRC 100861。**★16S rRNA 基因序列号：**AB089840。**★种名释意：***pomorum* 为果实、水果之意，故其中文名称为果实脂环酸芽胞杆菌（L. gen. pl. neut. n. *pomorum*，of fruits）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $3A^T$ 从混合型果汁中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（2.0～4.0）μm ×（0.8～1.0）μm］、革兰氏阳性但衰老的培养物为革兰氏阴性，严格好氧、可运动，形成芽胞。芽胞卵圆形、亚末端生、胞囊膨大。BAM 培养基培养 48 h 后，菌落直径约为 3～4 mm，不产色素。**★生理特性：**生长温度为 30～60℃、最适为 45～50℃，最适 pH 为 4.5～5.0，pH 2.5 或 6.5 时不能生长。生长因子不是必需的，但添加酵母提取物可促进菌株生长。每一世代时间为 1.5 h。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶反应为阳性，硝酸还原反应为阴性。七叶苷、明胶和水解反应为阳性，熊果苷、苯丙氨酸和酪氨酸反应为阴性。能利用甘油、核糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、甘露醇、甲基-α-D-葡萄糖苷、苦杏仁苷、七叶苷、水杨苷、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、D-松二糖、D-己酮糖和 5-酮基葡萄糖酸钾产酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7；主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.1 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1 agagtttgat cctggctcag gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc
61 ggacggaagg gagcttgctc ccggaagtca gcggcggacg ggtgagtaac acgtgggcaa
121 tctgcctgtc agaccggaat aacgcctgga aacgggtgct aatgccggat aggcaatctg
181 gaggcatctc tggattggga aaggcgcgga tgcgccactg acagaggagc ccgcggcgca
241 ttagctagtt ggtggggtaa cggctcacca aggcgacgat gcgtagccga cctgagaggg

301	tgaccggcca	cactgggact	gagacacggc	ccagactcct	acgggaggca	gcagtaggga
361	atcttcggca	atgggcgaaa	gcctgaccga	gcaacgccgc	gtgagcgaag	aaggccttcg
421	ggttgtaaag	ctcagtcact	cgggaagagc	ggtaaggaga	ggaaatgctc	ctttcgagac
481	ggtaccgaga	gaggaagccc	cggctaacta	cgtgccagca	gccgcggtaa	tacgtagggg
541	gcgagcgttg	tccggaatca	ctgggcgtaa	agcgtgcgta	ggcggtttgt	taagtccgaa
601	gtgaaagtcc	agggctcaac	cttgggattg	ctttggaaac	tggcagactt	gagtgctgga
661	gaggcaaggg	gaattccacg	tgtagcggtg	aaatgcgtag	atatgtggag	gaataccagt
721	ggcgaaggcg	ccttgctgga	cagtgactga	cgctgaggca	cgaaagcgtg	gggagcaaac
781	aggattagat	accctggtag	tccacgccgt	aaacgatgag	tgctaggtgt	tggggggtac
841	cacccctcagt	gccgaaggaa	acccaataag	cactccgcct	ggggagtacg	gtcgcaagac
901	tgaaactcaa	aggaattgac	gggggcccgc	acaagcagtg	gagcatgtgg	tttaattcga
961	agcaacgcga	agaaccttac	cagggcttga	catccctctg	accggtgcag	agatgtncct
1021	tcccttcggg	gcagaggaga	caggtggtgc	atggttgtcg	tcagctcgtg	tcgtgagatg
1081	ttgggttaag	tcccgcaacg	agcgcaaccc	ttgacctgtg	ttaccagcac	gtgatggtgg
1141	ggactcacag	gtgactgccg	gcgtaagtcg	gaggaaggtg	gggatgacgt	caaatcatca
1201	tgccctttat	gtcctgggct	acacacgtgc	tacaatgggc	ggtacaacgg	gaagcgagac
1261	cgcgaggtgg	agcgaatccc	tgaaagccgt	tcgtagttcg	gattgcaggc	tgcaactcgc
1321	ctgcatgaag	ccggaattgc	tagtaatcgc	ggatcagcat	gccgcggtga	atccgttccc
1381	gggccttgta	cacaccgccc	gtcacaccac	gagagttggc	aacacccgaa	gtcggtgagg
1441	taaccgcaag	gagccagccg	ccgaaggtgg	ggtcgacgat	tggggtgaag	tcgtaacaag
1501	gtagccgtat	cggaaggtgc	ggttggat			

495. *Alicyclobacillus sacchari*（糖脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-16。*Alicyclobacillus sacchari* Goto et al.，2007，sp. nov.（糖脂环酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**RB718 = DSM 17974 = IAM 15230 = JCM 21684 = NBRC 103105。**★16S rRNA 基因序列号：**AB264020。**★种名释意：***sacchari* 为糖之意，故其中文名称为糖脂环酸芽胞杆菌（L. gen. n. *sacchari*，of sugar，referring to the source of isolation）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $RB718^T$ 从日本藤枝市农田土壤分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（5.0～6.0）μm ×（0.7～0.8）μm］，革兰氏阳性，老培养物为革兰氏可变，严格好氧，运动，产芽胞。芽胞卵圆形、末端生、胞囊膨大。BAM 培养基上培养 48 h 后，菌落直径为 2～4 mm，无色素产生、奶油白色、圆形、不透明、边缘整齐、凸起。**★生理特性：**生长温度为 35～60℃、最适为 50～55℃，最适 pH 4.0～4.5，pH 3 或 pH 6.5 时不能生长。0～5%（w/v）NaCl 时可生长，7%时不能生长。**★生化特性：**氧化酶反应为阴性，过氧化氢酶反应为弱阳性。硝酸盐还原、V-P 反应和吲哚产生为阴性。七叶苷水解反应为阳性，但明胶、熊果苷、苯丙氨酸、淀粉和酪氨酸反应为阴性。能利用甘油、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、L-木糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、鼠李糖、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、水杨苷、麦芽糖、乳糖、蔗糖、海藻糖、木糖醇、β-龙胆、二糖和 D-阿拉伯醇产酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7；主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$（44.2%），iso-$C_{17:0}$（16.7%）和 anteiso-$C_{17:0}$

（25.2%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 62.5 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1	tagagtttga	tcatggctca	ggacgaacgc	tggcggcgtg	cctaatacat	gcaagtcgag
61	cggacatctt	cggatgtcag	cggcggacgg	gtgagtaaca	cgtgggcaat	ctgcctttca
121	gaccggaata	acactcggaa	acgggtgcta	atgccggata	ggtcacgagg	aggcatcttc
181	ttgtgaggaa	agctgcaaat	gcagcgctgg	gagaggagcc	cgcggcgcat	tagctagttg
241	gtgaggtaac	ggctcaccaa	ggcgacgatg	cgtagccgac	ctgagagggt	gaccggccac
301	actgggactg	agacacggcc	cagactccta	cgggaggcag	cagtagggaa	tcttccgcaa
361	tgggcgaaag	cctgacggag	caacgccgcg	tgagcgaaga	aggccttcgg	gttgtaaagc
421	tctgttgctc	ggggagagcg	ataaggagag	tggaaagctc	cttaggagac	ggtaccgagt
481	gaggaagccc	cggcaaacta	cgtgccagca	gccgcggtaa	tacgtagggg	gcaagcgttg
541	tccggaatca	ctgggcgtaa	agcgtgcgta	ggcggttgtg	taagtctgga	gtgaaagtcc
601	atggctcaac	catgggatgg	ctttggaaac	tgcatgactt	gagtgctgga	gaggcaaggg
661	gaattccacg	tgtagcggtg	aaatgcgtag	atatgtggag	gaataccagt	ggcgaaggcg
721	ccttgctgga	cagtgactga	cgctgaggca	cgaaagcgtg	gggagcaaac	aggattagat
781	accctggtag	tccacgccgt	aaacgatgag	tgctaggtgt	tggggggata	cacctcagtg
841	ccgaaggaaa	cccaataagc	actccgcctg	gggagtacgg	tcgcaagact	gaaactcaaa
901	ggaattgacg	gggggcccgca	caagcagtgg	agcatgtggt	ttaattcgaa	gcaacgcgaa
961	gaaccttacc	agggcttgac	atccctctga	caggtgcaga	gatgnacctt	cccttcgggg
1021	cagaggagac	aggtggtgca	tggttgtcgt	cagctcgtgt	cgtgagatgt	tgggttaagt
1081	cccgcaacga	gcgcaaccct	tgacctgtgt	taccagcacg	tagaggtggg	gactcacagg
1141	tgactgccgg	cgtaagtcgg	aggaaggcgg	ggatgacgtc	aaatcatcat	gccctttatg
1201	tcctgggcta	cacacgtgct	acaatgggcg	gtacaacggg	aagcgaagcc	gcgaggtgga
1261	gccaaaccca	gaaagccgtt	cgtagttcgg	attgcaggct	gcaactcgcc	tgcatgaagc
1321	cggaattgct	agtaatcgcg	gatcagcatg	ccgcggtgaa	tccgttcccg	ggccttgtac
1381	acaccgcccg	tcacaccacg	agagtcggca	acacccgaag	tcggtgaggt	aacccttagg
1441	ggagccagcc	gccgaaggtg	gggcggatga	ttggggtgaa	gtcgtaacaa	ggtagccgta
1501	tcggaaggtg	cggctgga				

496. *Alicyclobacillus sendaiensis*（仙台脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-17。*Alicyclobacillus sendaiensis* Tsuruoka et al.，2003，sp. nov.（仙台脂环酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**NTAP-1 = ATCC BAA-609 = JCM 11817 = NBRC 100866。**★16S rRNA 基因序列号：**AB084128。**★种名释意：***sendaiensis* 意为模式菌株分离自日本仙台，故其中文名称为仙台脂环酸芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *sendaiensis*，of Sendai，a city in Miyagi Prefecture，Japan，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NTAP-1^T 从日本仙台的青叶山公园土壤中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（2～3）μm×0.8 μm］、严格好氧、形成芽胞。芽胞圆形、末端生、胞囊膨大。**★生理特性：**生长温度为 40～65℃（最适为 55℃），pH 为 2.5～6.5（最适为 5.5），BAM 培养基含 4%（w/v）NaCl 时可生长。**★生化特性：**V-P 反应和硝酸还原反应为阳性，氧化/发酵测试和 H_2S 产生、过氧化氢酶、氧化酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶、β-半乳糖苷酶和脲酶反应为阴性。能利用甘油、L-阿拉伯糖、D-半乳糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽

糖、乳糖、蔗糖、海藻糖、D-棉籽糖、糖原和D-松二糖产酸，不能利用赤藓醇、D-阿拉伯糖、D-阿拉伯醇、D-海藻糖、5-酮基葡萄糖酸钾、龙胆二糖、木糖醇、松三糖、蜜二糖、七叶苷、苦杏仁糖、甲基-α-D-甘露糖苷、山梨醇、肌醇、鼠李糖产酸。★**化学特性：**细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为*meso*-二氨基庚二酸；主要呼吸醌为MK-7；主要脂肪酸为ω-环己烷酸型。★**分子特性：**DNA的G+C含量为62.3 mol%。该菌株与*A.acidoterrestris* DSM 3923^{T}、*A. acidocaldarius* DSM 11297^{T}、*A. hesperidum* DSM 12766^{T}、*A. cycloheptanicus* DSM 4006^{T}、*A. herbarius* DSM 13609^{T}和*B. tusciae* DSM 2912^{T}的16S rRNA基因序列同源性分别为98.2%、97.9%、95.1%、93.5%、92.4%和89.2%，与*A.acidoterrestris* DSM 3923^{T}、*A. acidocaldarius* DSM 11297^{T}、*A. hesperidum* DSM 12766^{T}的DNA-DNA杂交关联度分别为33%、26%和5%。16S rRNA基因序列如下。

1 ctggcggcgt gcctaataca tgcaagtcga gcggacctct tcggaggtca gcggcggacg
61 ggtgaggaac acgtgggtaa tctgcctttc agaccggaat aacgcccgga aacgggcgct
121 aatgccggat gcgcccgcga gggggcatct tcttgcgggg aaaggcccag atgggccgct
181 gagagaggag cccgcggcgc attagctcgt tggcggggta acggcccacc aaggcgacga
241 tgcgtagccg acctgagagg gtgaccggcc acactgggac tgagacacgg cccagactcc
301 tacgggaggc agcagtaggg aatcttccgc aatgggcgca agcctgacgg agcaacgccg
361 cgtgagcgag gaaggccttc gggttgtaaa gctctgttgc tcggggagag cggcatgggg
421 agtggaaagt cccatgcgag acggtaccga gtgaggaagc cccggctaac tacgtgccag
481 cagccgcggt aaaacgtagg gggcgagcgt tgtccggaat cactgggcgt aaagggtgcg
541 taggcggtcg agcaagtctg gagtgaaagt ccatggctca accatgggat ggctctggaa
601 actgcttgac ttgagtgctg gagaggcaag gggaattcca cgtgtagcgg tgaaatgcgt
661 agagatgtgg aggaatacca gtggcgaagg cgccttgctg gacagtgact gacgctgagg
721 cacgaaagcg tggggagcaa acaggattag ataccctggt agtccacgcc gtaaacgatg
781 agtgctaggt gttgggggga cacaccccag tgccgaagga aacccaataa gcactccgcc
841 tggggagtac ggtcgcaaga ctgaaactca aaggaattga cgggggcccg cacaagcagt
901 ggagcatgtg gtttaattcg aagcaacgcg aagaacctta ccagggcttg acatccctct
961 gacaccctca gagatgaggg gtcccttcgg ggcagaggag acaggtggtg catggttgtc
1021 gtcagctcgt gtcgtgagat gttgggttca gtcccgcaac gagcgcaacc cttgacctgt
1081 gttaccagcg cgaaagggcg gggactcaca ggtgactgcc ggcgtaagtc ggaggaaggc
1141 ggggatgacg tcaaatcatc atgccccctga tgtcctgggc tacacacgtg ctacaatggg
1201 cggtacaaag ggaggcgaag ccgcgaggcg gagcgaaacc caaaaagccg ctcgtagttc
1261 ggattgcagg ctgcaactcg cctgcatgaa gccggaattg ctagtaatcg cggatcagca
1321 tgccgcggtg aatacgttcc cgggccttgt acacaccgcc cgtcacacca cgagagtcgg
1381 caacacccga agtcggtgag gtaacccctt atggggagcc agccgccgaa ggtggggt

497. *Alicyclobacillus shizuokensis*（静冈脂环酸芽胞杆菌）

【**种类编号**】2-52-18。*Alicyclobacillus shizuokensis* Goto et al.，2007，sp. nov.（静冈脂环酸芽胞杆菌）。★**模式菌株：**4-A336 = DSM 17981 = IAM 15226 = JCM 21680 = NBRC 103103。★**16S rRNA基因序列号：**AB264024。★**种名释意：***shizuokensis* 意为模式菌株分离自日本静冈，故其中文名称为静冈脂环酸芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *shizuokensis*，

pertaining to Shizuoka，a city in Shizuoka Prefecture，Japan，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 4-A336[T] 从静冈市作物田土壤中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（4.0～5.0）μm×（0.7～0.8）μm］，革兰氏阳性，衰老的培养物为革兰氏阴性，严格好氧，可运动，形成芽胞。芽胞卵圆形、亚端生、胞囊膨大。培养 48 h 后，菌落直径约为 1-2 mm，奶油白色、圆形、不透明、边缘整齐、凸起。**★生理特性：**生长温度范围 35～60℃、最适为 45～50℃，最适 pH 4.0～4.5，pH 3 或 pH 6.5 时不能生长。0～5%（w/v）NaCl 时可生长，7%时不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阳性。氧化酶、硝酸还原、V-P 反应、吲哚产生为阴性。七叶苷和熊果苷水解反应为阳性，但明胶、苯丙氨酸、淀粉和酪氨酸反应为阴性。能利用 L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、L-木糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、甘露醇、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖和β-龙胆二糖产酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7；主要脂肪酸为 $C_{18:0}$ ω-环己烷酸、$C_{18:0}$ ω-环己烷酸 2-OH 和 $C_{20:0}$ ω-环己烷酸，含有少量的 $C_{16:0}$（6.1%）和 iso-$C_{17:0}$（4.0%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 60.5 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1　　tagagtttga　tcatggctca　ggacgaacgc　tggcggcgtg　cctaatacat　gcaagtcgag
61　　cgggccttgg　ggggcttgcc　ccctgaggtc　agcggcggac　gggtgaggaa　cacgtgggta
121　　atctgcccat　cagtcgggaa　taacactcgg　aaacgggtgc　taaagccgga　taggcatcnt
181　　gggggcatcc　ctgggatggg　aaaagcggtt　tacgctgctg　atggaggagc　ccgcggcgca
241　　ttagctggtt　ggtggggtaa　gggcccacca　aggcgacgat　gcgtagccgg　cctgagaggg
301　　tgaacggcca　cactgggact　gagacacggc　ccagactcct　acgggaggca　gcagtaggga
361　　atcttccgca　atgggcgcaa　gcctgacgga　gcaacgccgc　gtgagcgaag　aaggccttcg
421　　ggttgtaaag　ctcagtcaat　cgggaagagc　gacctgggga　gggaatgccc　tgggggagac
481　　ggtaccgatg　gaggaagccc　cggcaaacta　cgtgccagca　gccgcggtaa　tacgtagggg
541　　gcgagcgttg　tccggaatga　ctgggcgtaa　agggtgcgta　ggcggcctga　cacgtctggg
601　　gtgaaagacc　acggctcaac　cgtgggggtg　ccctggaaac　ggtgaggctt　gagtgctgga
661　　gaggcaaggg　gaattccacg　tgtagcggtg　aaatgcgtag　agatgtggag　gaatacctgt
721　　ggcgaaggcg　ccttgctgga　cagtgactga　cgctgaggca　cgaaagcgtg　gggagcgaac
781　　aggattagat　accctggtag　tccacgccgt　aaacgatgag　tgctaggtgt　tgggggtgcg
841　　agccctcagt　gccgaaggaa　acccaataag　cactccgcct　ggggagtacg　gtcgcaagac
901　　tgaaactcaa　aggaattgac　gggggcccgc　acaagcagtg　gagcatgtgg　tttaattcga
961　　agcaacgcga　agaaccttac　cagggcttga　catccctctg　acgcgtgcag　agatgtgcgt
1021　　tcccntttgg　gcagaggaga　caggtggtgc　atggttgtcg　tcagctcgtg　tcgtgagatg
1081　　ttgggttaag　tcccgcaacg　agcgcaaccc　ttgacctgtg　ttaccagcgc　gtgaaggcgg
1141　　ggactcacag　gtgactgccg　gcgcaagccg　gaggaaggcg　gggatgacgt　caaatcatca
1201　　tgcccttgat　gtcctgggcg　acacacgtgc　tacaatgggc　ggtacaacgg　gatgcgaagc
1261　　cgcgaggtgg　agcgaatccc　tgaaagccgt　tcgtagttcg　gattgcaggc　tgcaacccgc
1321　　ctgcatgaag　ccggaattgc　tagtaatcgc　ggatcagcat　gccgcggtga　atccgttccc
1381　　gggccttgta　cacaccgccc　gtcacaccac　gagagtgagc　aacacccgaa　gtcggtgagg
1441　　caaccggaga　cggagccagc　cgccgaaggt　ggggcttgcg　attggggtga　agtcgtaaca
1501　　aggtagccgt　atcggaagg

498. *Alicyclobacillus tengchongensis*（腾冲脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-19。*Alicyclobacillus tengchongensis* Kim et al.，2014，sp. nov.（腾冲脂环酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ACK006 = KCTC 33022 = DSM 25924。**★16S rRNA 基因序列号：**KF7727995。**★种名释意：***tengchongensis* 意为模式菌株分离自我国云南腾冲，故其中文名称为腾冲脂环酸芽胞杆菌（teng.chong.en´sis. N.L. masc. adj. *tengchongensis* of Tengchong，China，the source of the soil sample from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ACK006^T 从我国腾冲县热泉土壤样品中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性，杆状［（0.5～0.7）μm×（2.0～3.5）μm］，可运动，芽胞端生，胞囊膨大。菌株在 BAM 培养基上，45℃培养 3 d，菌落圆形、凸起，乳白色至褐色。**★生理特性：**生长的温度为 30～50℃（最适温度为 45℃），生长的 pH 为 2.0～6.0（最适 pH 为 3.2），生长的盐浓度是 0～5.0%（w/v）（最适 1.0%）。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阳性，氧化酶反应为阴性；能水解七叶苷、明胶和淀粉；不能水解酪蛋白和尿素；硝酸盐还原为亚硝酸盐，产吲哚。下列化合物产酸：熊果苷、D-葡萄糖、甘油、水杨苷、D-纤维二糖、麦芽糖、D-蜜二糖、D-蔗糖、D-海藻糖、糖原、D-半乳糖、D-松二糖、D-木糖、甲基-α-D-葡萄糖苷。下列化合物不能产酸：侧金盏花醇、D-果糖、吲哚、D-甘露醇、D-甘露糖、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-β-D-吡喃甘露糖苷、N-乙酰氨基葡萄糖、苦杏仁糖、D-乳糖、菊糖、D-松三糖、D-棉籽糖、L-山梨糖、淀粉、木糖醇、龙胆二糖、D-木糖、D-己酮糖、L-鼠李糖、D-阿拉伯糖或 L-阿拉伯糖、D-海藻糖或 L-海藻糖、D-阿糖醇或 L-阿糖醇、D-核糖、L-木糖、2-酮基葡萄糖酸盐、5-酮基葡萄糖酸盐。API ZYM 试验显示下列酶具有活性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-葡萄糖苷酶，而酯酶（C14）、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-岩藻糖苷酶和 α-甘露糖苷酶不具活性。**★化学特性：**主要脂肪酸为 $C_{18:0}$ ω-环庚烷酸、iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要呼吸醌为 MK-7，肽聚糖类型为 AIγ。*meso*-二氨基庚二酸、丙氨酸和谷氨酸为特征氨基酸。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 53.7 mol%，16S rRNA 基因序列同源性分析的结果显示菌株 ACK006^T 与 *Alicyclobacillus* 其他种的同源性达到了 90.3%～92.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tatcatgcag  tcgagcgggt  tatcgaaaga  taccagcggc  ggacgggtga  ggaacacgct
61    ggtggaatct  gcctaacaga  ccggaataac  gcctggaaac  gggtgctaag  gccggatagg
121   cgcatgaggc  gcatgcctga  tgcgggaaag  gatgctacgg  catcgctgag  agaggacccc
181   gcggcgcatt  agctagttgg  tagggtaaag  gcctaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc
241   tgagagggtg  accggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc
301   agtagggaat  cttccgcaat  gggcgcaagc  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagcgaggaa
361   ggccttcggg  ttgtaaagct  cagtcaaggg  ggaagagcgg  caaggagagg  gaatgctctt
421   tgcgagacgg  taccccgaga  ggaagccccg  gcaaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata
481   cgtagggggc  aagcgttgtc  cggaatcact  gggcgtaaag  ggtgcgtagg  cggttctgca
541   agtctggggt  gaaaggccag  ggctcaacct  tgggaatgcc  ttggaaactg  taggacttga
601   gtactggaga  ggcaagggga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga
661   ataccagtgg  cgaaggcgcc  ttgctggaca  gtgactgacg  ctgaggcacg  aaagcgtggg
```

```
721     gagcaaacag   gattagatac   cctggtagtc   cacgccgtaa   acgatgagtg   ctaggtgttg
781     gggggtacca   ccctcagtgc   cgaaggaaac   ccaataagca   ctccgcctgg   ggagtacggt
841     cgcaagactg   aaactcaaag   gaattgacgg   gggcccgcac   aagcagtgga   gcatgtggtt
901     taattcgaag   caacgcgaag   aaccttacca   gggcttgaca   tccctctgac   gataccagag
961     atggtaggtc   ccttcggggc   agaggagaca   ggtggtgcat   ggttgtcgtc   agctcgtgtc
1021    gtgagatgtt   gggttaagtc   ccgcaacgag   cgcaaccctt   gacctgtgtt   accagcacgt
1081    agaggtgggg   actcacaggt   gactgccggc   gcaagtcgga   ggaaggcggg   gatgacgtca
1141    aatcatcatg   cccctgatgt   cctgggcgac   acacgtgcta   caatgggcgg   cacaacggga
1201    agcgagagag   cgatctggag   cgaacccctg   aaaaccgctc   gtagttcgga   ttgcaggctg
1261    caactcgcct   gcatgaagcc   ggaattgcta   gtaatcgcgg   atcagcatgc   cgcggtgaat
1321    ccgttcccgg   gccttgtaca   caccgcccgt   cacaccacga   gagttggcaa   cacccgaagt
1381    cggtggggta   acccgaaagg   gagccagccg   ccgaaggtgg   ggtcgatgat   tggggtgaag
1441    tcgtacaaaa   ggtaaccagg
```

499. *Alicyclobacillus tolerans*（耐受脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-20。*Alicyclobacillus tolerans* Karavaiko et al.，2005，sp. nov.（耐受脂环酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**K1 = VKM B-2304 = DSM 16297。**★16S rRNA 基因序列号：**AF137502。**★种名释意：***tolerans* 为耐受（温度和 pH 变化）之意，故其中文名称为耐受脂环酸芽胞杆菌（tol.er′ans. L. part. adj. *tolerans*，tolerant to changes in the growth temperature and pH）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $K1^T$ 从乌兹别克斯坦可氧化铅-锌矿石分离而来。**★形态特征：**细胞杆状或直杆状或轻微弯曲，大小为 [（0.9～1.0）μm ×（3～6）μm]，好氧，革兰氏阳性，不运动，形成芽胞。通过二分裂与形成横向隔膜进行增殖。细胞质内含大量的水泡包裹体、聚磷酸盐和聚 β-羟基丁酸颗粒。芽胞卵圆形、末端生或亚末端生、胞囊增大。**★生理特性：**混合营养型，可缓慢氧化 Fe^{2+}、S^0 和硫化物。能还原 Fe^{3+}。兼性化能营养型。最适氮源为铵盐。耐热性：生长温度为 20～55℃、最适为 37～42℃。专性嗜酸：pH 为 1.5～5.0、最适为 2.5～2.7。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7；主要脂肪酸为 $C_{17:0}$ ω-环己烷酸、$C_{19:0}$ ω-环己烷酸、$C_{17:0}$ ω-环己烷酸 2OH 和 $C_{18:0}$ ω-环己烷酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.7±0.6 mol%。基于 16S rRNA 基因序列系统发育分析结果表明， *Sulfobacillus thermosulfidooxidans* subsp. *Thermotolerans* strain K1 与尚未命名的 *Alicyclobacillus* 种类的亲缘关系最近，它们的同源性分别为：*Alicyclobacillus* sp. AGC-2（99.6%）、*Alicyclobacillus* sp. 5C（98.9%）、*Alicyclobacillus* sp. CLG（98.6%）和 GSM（99.1%），而且与 *Alicyclobacillus* 合格发表的种类同源性为 92.1%～94.6%，但与 *S. thermosulfidooxidans* VKM B-1269^T 的同源性只有 87.7%，因此菌株 K1 属于 *Alicyclobacillus* 而不是 *Sulfobacillus*。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gatcctggct   caggacgaac   gctggcggcg   tgcctaatac   atgcaagtcg   agcggacctc
61      agggccagcg   gcggacgggt   gagtaacacg   tgggcaatct   gcctarcaga   ccggaataac
121     gcctggaaac   gggtgctaat   gccggatagg   cagcgaggag   gcatctnctt   gctgggaaag
181     gtgcaactgc   accactgttc   gaggagcccg   cggcgcatta   gctagttggt   aaggtgaagg
241     cttaccaagg   cgacgatgcg   tagccgacct   gagagggtga   ccggccacac   tgggactgag
```

```
301   acacggccca gactcctacg ggaggcagca gtagggaatc ttccgcaatg ggcgaaagcc
361   tgacggagca acgccgcgtg agcgaagaag gccttcgggt tgtaaagctc agtcactcgg
421   gaagagcgac ctaaggagtg gaaagcctta ggggagacgg taccgaggga ggaagccccg
481   gcaaactacg tgccagcagc cgcggtaata cgtagggggc aagcgttgtc cggaatcact
541   gggcgtaaag cgtgcgtagg cggtttttg ggtctggggt gaaagttcag ggctcaacct
601   tgagaatgcc ttggaaacta gaagacttga gtgctggaga ggcaaggggа attccacgtg
661   tagcggtgaa atgcgtagag atgtggagga ataccagtgg cgaaggcgcc ttgctggaca
721   gtgactgacg ctgaggcacg aaagcgtggg gagcaaacag gattagatac cctggtagtc
781   cacgccgtaa acgatgagtg ctaggtgttg gggggtcata ctctcagtgc cgaaggaaac
841   ccaataagca ctccgcctgg ggagtacggt cgcaagactg aaactcaaag gaattgacgg
901   gggcccgcac aagcagtgga gcatgtggtt taattcgaag caacgcgaag aaccttacca
961   gggcttgaca tccctctgac cggtacagag atggaccttc ccttcggggc agaggagaca
1021  ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc gtgagatgtt gggttaagtc ccgcaacgag
1081  cgcaaccctt gatctgtgtt accagcacgt gatggtgggg actcacaggt gactgccggc
1141  gtaagtcgga ggaaggtggg gatgacgtca aatcatcatg cccctttatgt cctgggcgac
1201  acacgtgcta caatgggcgg tacaacggga agcgagaccg cgaggtggag cgaaacccta
1261  aaagccgttc gtagttcgga ttgcaggctg caactcgcct gcatgaagcc ggaattgcta
1321  gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat ccgttcccgg gccttgtaca caccgcccgt
1381  cacaccaygg gagtcgacaa cacccgaag
```

500. *Alicyclobacillus vulcanalis*（火神脂环酸芽胞杆菌）

【种类编号】2-52-21。*Alicyclobacillus vulcanalis* Simbahan et al.，2004，sp. nov.（火神脂环酸芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CsHg2 = ATCC BAA-915 = DSM 16176。**★16S rRNA 基因序列号：**AY425985。**★种名释意：***vulcanalis* 为罗马火神之意，故其中文名称为火神脂环酸芽胞杆菌（vul.ca.na′lis. L. masc. adj. *vulcanalis* of Vulcan，belonging to Vulcan，Roman god of fire and metal working）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $CsHg2^T$ 从美国加利福尼亚州的莫哈韦沙漠科索热普林斯的温泉中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（1.5～2.5）μm×（0.4～0.7）μm］、好氧、革兰氏阳性、形成芽胞。2% NaCl 时可生长。改良的 Allen 培养基上 55℃培养 28 h，菌落直径约为 1 mm，半透明至白色。**★生理特性：**生长温度为 35～65℃（最适 55℃）、pH 为 2.0～6.0（最适为 4.0）。对 0.2 mmol/L 钼酸、0.002 mmol/L 氯化汞、10 mmol/L 硒酸钠和 40 mmol/L 氯化锌具有抗性，对 8 mmol/L 氯化铜，1 mmol/L 氯化钴，10 mmol/L 碘化钠和 0.8 mmol/L 氯化镉具有敏感性。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶反应为阴性。能利用淀粉。能利用下列物质：甘油、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、肌醇、甘露醇、纤维二糖、麦芽糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、D-棉籽糖、糖原和 D-松二糖产酸。不能利用 D-阿拉伯糖、L-木糖、阿东醇、甲基-β-D-木糖苷、L-山梨糖、鼠李糖、山梨醇、半乳糖、甲基-α-D-甘露糖苷。由下列物质产酸：N-乙酰基-葡萄糖胺、苦杏仁苷、七叶苷、水杨苷、乳糖、菊糖、松三糖、淀粉、木醇、β-龙胆二糖、D-木糖、D-塔洛酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿拉伯醇、L-阿拉伯醇、葡萄糖酸盐和 2-酮基葡萄糖酸钾。**★化学特性：**主要脂肪酸为 ω-环己烷酸。**★分子特性：**

DNA 的 G+C 含量为 62 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 CsHg2^T 与 *Alicyclobacillus* 种类的亲缘关系最近：*A. acidocaldarius*（97.8%）、*A. sendaiensis*（96.9%）、3 个日本菌株（UZ-1、KHA-31 和 MIH 332）（96.1%～96.5%）和 1 个 *Alicyclobacillus* 基因组种 FR-6（96.3%）。而且与 *Alicyclobacillus* 种类的 DNA-DNA 杂交关联度均较低，因此，CsHg2^T 是新种。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggacctcttc  ggaggtcagc
61     ggcggacggg  tgaggaacac  gtgggtaatc  tgcctttcag  accggaataa  cgcccggaaa
121    cgggcgctaa  tgccggatac  gcccgatggg  aggcatctca  tgtcggggaa  agggccaacc
181    ggtccgctga  gagaggagcc  cgcggcgcat  tagctagttg  gcggggtaac  ggcccaccaa
241    ggcgacgatg  cgtagccggc  ctgagagggt  gaacggccac  actgggactg  agacacggcc
301    cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  tcttccgcaa  tgggcgcaag  cctgacggag
361    caacgccgcg  tgagcgaaga  aggccttcgg  gttgtaaagc  tctgttgctc  ggggagagcg
421    gcgcagggag  gggaaagccc  tgcgcgagac  ggtacccgag  tgaggaagcc  ccggctaact
481    acgtgccagc  agccgcggta  aaacgtaggg  ggcgagcgtt  gtccggaatc  actgggcgta
541    aagggtgcgt  aggcggtcga  gcaagtctgg  agtgaaagtc  cgtggctcaa  ccatgggatg
601    gctctggaaa  ctgcttgact  tgagtgctgg  agaggcaagg  ggaattccac  gtgtagcggt
661    gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaatacctg  tggcgaaggc  gccttgctgg  acagtgactg
721    acgctgaggc  acgaaagcgt  ggggagcaaa  caggattaga  taccctggta  gtccacgccg
781    taaacgatga  gtgctaggtg  ttggggggac  acaccccagt  gccgaaggaa  acccaataag
841    cactccgcct  ggggagtacg  gtcgcaagac  tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc
901    acaagcagtg  gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  cagggcttga
961    catccctctg  acggatgcag  agatgcatct  tcccttcggg  gcagaggaga  caggtggtgc
1021   atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttcag  tcccgcaacg  agcgcaaccc
1081   ttgacctgtg  ttaccagcgc  gtgagggcgg  ggactcacag  gtgactgccg  gcgtaagtcg
1141   gaggaaggcg  gggatgacgt  caaatcatca  tgcccctgat  gtcctgggcg  acacacgtgc
1201   tacaatgggc  ggtacaaagg  gaggcgaagc  cgcgaggcgg  agcgaaaccc  aaaaagccgc
1261   tcgtagttcg  gattgcaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag  ccggaattgc  tagtaatcgc
1321   ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc  gggccttgta  cacaccgccc  gtcacaccac
1381   gagagtcggc  aacacccgaa  gtcggtgagg  taacccgcaa  gggagccagc  cgccgaaggt
1441   ggggtcgatg  attggggt
```

五十三、多变芽胞杆菌属（*Effusibacillus*）

【属特征描述】细胞革兰氏阳性，形成芽胞，兼性厌氧或严格好氧，化能有机营养型，杆状，宽度为 1.0～1.5 μm，长度多变为 5～100 μm。生长温度为 28～60℃，最适为 50～52℃。生长 pH 为 7.25～7.5。氧化酶为阳性，过氧化氢酶为阴性。硝酸盐还原为亚硝酸盐。由葡萄糖产酸。可利用半乳糖、纤维二糖、果糖、甘露糖、木糖、海藻糖、N-乙酰葡萄糖胺、甲酸、乙酸、乳酸、酪蛋白氨基酸和酵母提取物。不能利用阿拉伯糖、蔗糖、麦芽糖、蜜二糖和山梨醇。主要脂肪酸为支链脂肪酸，包括 iso-$C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。模式种为 *Effusibacillus lacus*。★**属名释意：***Effusibacillus* 中 *effusus* 为混乱、多变之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为多变芽胞杆菌属（L. adj. *effusus*，disorderly；

N.L. masc. n. *bacillus*，small rod，N.L. masc. n. *Effusibacillus*，disorderly rod，referring to the various lengths of cells）。

501. *Effusibacillus consociatus*（血样多变芽胞杆菌）

【种类编号】2-53-1。*Effusibacillus consociatus*（Glaeser et al.，2013）Watanabe et al.，2014，comb. nov.（血样多变芽胞杆菌）= *Bacillus consociatus* Glaeser et al.，2013。**★模式菌株：**CCUG 53762 = CCM 8439。**★16S rRNA 基因序列号：**HE613268。**★种名释意：**
consociatus 为血样之意，故其中文名称为血样多变芽胞杆菌（L. masc. adj. *consociatus*，associated with，intended to mean that the type strain may have been associated with a human clinical case）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CCUG 53762^T 从 51 岁妇女的血样中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状，革兰氏阳性，严格好氧，不运动。芽胞球形、端生。R2A 培养基上，菌落圆形、凸起、米色。**★生理特性：**生长温度为 15～45℃、最适为 30℃，pH 为 5.5～10.5、最适为 6.5。1%～2% NaCl 浓度时可生长，更高浓度时不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阴性，氧化酶反应和 H_2S 产生为弱阳性。脲酶、明胶、酪蛋白、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶、甲基红反应、V-P 反应、柠檬酸利用和硝酸盐还原反应为阴性。能利用 D-葡萄糖和 D-木糖发酵产酸。不能利用乳糖、蔗糖、D-甘露醇、半乳醇、水杨苷、D-阿东醇、肌醇、D-山梨醇、L-阿拉伯糖、棉籽糖、L-鼠李糖、麦芽糖、海藻糖、纤维二糖、赤藓醇、蜜二糖或 D-阿拉伯醇发酵产酸。能利用 N-乙酰基-D-葡萄糖胺、熊果苷、纤维二糖、D-果糖、D-葡萄糖、D-半乳糖、葡萄糖酸、L-苹果酸、麦芽糖、L-鼠李糖、蔗糖、水杨苷、海藻糖、D-木糖、D-麦芽醇、D-甘露糖、D-甘露醇和 4-氨基丁酯作为唯一碳源。不能利用 L-阿拉伯糖、D-阿东醇、肌醇、蜜二糖、核糖、D-山梨醇、丙酮酸、腐胺、乙酸盐、丙酸盐、顺式-乌头酸、反式-乌头酸、己二酸、壬二酸、柠檬酸、亚甲基丁二酸、2-酮戊二酸和中康酸作为唯一碳源。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸；主要呼吸醌为 MK-7；极性脂主要为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺；主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 47 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     aacgctggcg  gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgcgcgaac  ggaaggagag  cttgctcttc
61    tgaagttagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggcaacc  tgcctgacag  accgggataa
121   cgcttggaaa  cgagtgctaa  taccggatag  gcaaacggga  ggcatctcct  gattgagaaa
181   ggcgctacgg  cgtcactgtc  agatgggccc  gcggcgcatt  agctagttgg  tgaggtaacg
241   gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  accggccaca  ctgggactga
301   gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccacaat  gggcgcaagc
361   ctgatggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggccttcggg  ttgtaaaact  ctgtcttctg
421   ggacgaacgg  gcaggagagg  gaatgctcct  gccatgacgg  taccagagga  ggaagccacg
481   gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtaggtggc  aagcgttgtc  cggaattact
541   gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggccattta  agtctggggt  gaaagcccgg  ggctcaaccc
601   cgggattgcc  ttggatactg  gatggcttga  gcatcggaga  ggcaagggga  attccacgtg
661   tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcgcc  ttgctggccg
721   attgctgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc
```

```
781     cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaggtgttg  gcggtttcaa  taccgtcagt  gccgaagcta
841     acgcattaag  cactccgcct  ggggagtacg  gtcgcaagac  tgaaactcaa  aggaattgac
901     gggggcccgc  acaagcagtg  gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac
961     caagacttga  catcccgctg  accggtctag  agataggcct  tcccttcggg  gcagcggaga
1021    caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg
1081    agcgcaaccc  ttgaactgtg  ttgccagcat  tgagttgggc  actcacagtt  gactgccggt
1141    gacaaaccgg  aggaaggcgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  tcttgggcta
1201    cacacgtgct  acaatgggcg  gtacagaggg  atgcgaaacc  gcgaggtgga  gcgaaaccct
1261    taaagccgtt  cgtagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagc  cggaattgct
1321    agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg
1381    tcacaccacg  agagttggta  acacccgaag  tcggtgaggt  aaccttatgg  agccagccgc
1441    cgaaggtggg  atcgatgatt  gggg
```

502. *Effusibacillus lacus*（湖多变芽胞杆菌）

【种类编号】2-53-2。*Effusibacillus lacus* Glaeser et al.，2013，sp. nov.（湖多变芽胞杆菌）。**★模式菌株：**skLN1=NBRC 109614 = DSM 27172。**★16S rRNA 基因序列号：**AB828155。**★种名释意：***lacus* 为湖之意，故其中文名称为湖多变芽胞杆菌（la′cus. L. gen. n. *lacus* of a lake）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 skLN1^T 从淡水湖沉积物中分离而来。**★形态特征：**兼性厌氧、嗜热。细胞大小为［（1.0～1.5）μm ×（5～100）μm］。**★生理特性：**生长温度为 28～60℃、最适为 50～52℃，最适 pH 为 7.25～7.50。**★生化特性：**氧化酶反应为阳性，过氧化氢酶反应为阴性。硝酸还原反应为阳性。葡萄糖发酵产酸为阳性，能利用半乳糖、纤维二糖、果糖、甘露糖、木糖、海藻糖、N-乙酰葡萄糖胺、富马酸盐、乳酸盐、乙酸盐、酪蛋白氨基酸和酵母提取物作为唯一碳源，不能利用阿拉伯糖、蔗糖、麦芽糖、蜜二糖和山梨醇。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 50.8 mol%。系统发育分析结果表明，菌株 skLN1^T 与亲缘关系相近的菌株 *A. consociatus* 和 *A. pohliae* 的 16S rRNA 同源性分别为 95%和 93%。而且，这样的结果使得 *Alicyclobacillus* 的系统发育树出现了明显分支，把这一分支划分为新属 *Effusibacillus* gen. nov.。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgcgc  ggcttgantc  agagcttgct
61      ctgaggatgg  cagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctgcctg  acagaccggg
121     ataacgcctg  gaaacgggtg  ctaataccgg  ataggcaacg  aagaggcatc  tcttggttgg
181     gaaaggcgct  acggcgtcac  tgtcagatgg  gcccgcggcg  cattagctgg  ttggtgaggt
241     aacggctcac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgaccggc  cacactggga
301     ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttcca  caatgggcgc
361     aagcctgatg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  cgaaggcctt  cgggttgtaa  aactctgtct
421     ttcgggacga  acaggcgcaa  gagggaatgc  ttgcgttgtg  acggtaccgg  aggaggaagc
481     cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  tggcaagcgt  tgtccggaat
541     tactgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggccg  cttaagtctg  gggtgaaaac  ccggggctca
601     acctcgggag  tgccttggat  actgggtggc  ttgaacatcg  gagaggcaag  gggaattcca
```

661　cgtgtagcgg　tgaaatgcgt　agagatgtgg　aggaacacct　gtggcgaagg　cgccttgctg
721　ggcgattgtt　gacgctgagg　cgcgaaagcg　tggggagcaa　acaggattag　ataccctggt
781　agtccacgcc　gtaaacgatg　agtgctaggt　gttggtgggg　tccacccatc　agtgccgaag
841　ctaacgcatt　aagcactccg　cctggggagt　acgctcgcaa　gagtgaaact　caaaggaatt
901　gacgggggcc　cgcacaagca　gtggagcatg　tggtttaatt　cgaagcaacg　cgaagaacct
961　taccaagact　tgacatcccg　ctgaccgnnc　tggagacgga　tcttcncttc　ggagcagcgg
1021　agacaggtgg　tgcatggttg　tcgtcagctc　gtgtcgtgag　atgttgggtt　aagtcccgca
1081　acgagcgcaa　cccttgaact　gtgttgccag　catggagatg　ggcactcaca　gttgactgcc
1141　ggtgacaaac　cggaggaagg　cggggatgac　gtcaaatcat　catgcccctt　atgtcttggg
1201　ctacacacgt　gctacaatgg　gcggaacaac　gggatgcgag　accgcgaggt　ggagccaaac
1261　cctgaaaacc　gttcgtagtt　cggattgcag　gctgcaactc　gcctgcatga　agccggaatt
1321　gctagtaatc　gcggatcagc　atgccgcggt　gaatacgttc　ccgggccttg　tacacaccgc
1381　ccgtcacacc　acgagagttg　gtaacacccg　aagtcggtgg　ggtaaccgta　aggagccagc
1441　cgccgaaggt　gggatcgatg　attggggtg

503. *Effusibacillus pohliae*（橘色藻多变芽胞杆菌）

【种类编号】2-53-3。*Effusibacillus pohliae*（Imperio et al.，2008）Watanabe et al.，2014，comb. nov.（橘色藻多变芽胞杆菌）= *Bacillus pohliae* Imperio et al.，2008。**★模式菌株：**MP4 = CIP 109385 = NCIMB 14276。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ564766。**★种名释意：***pohliae* 为橘色藻之意，故其中文名称为橘色藻多变芽胞杆菌（N.L. gen. fem. n. *pohliae*，of *Pohlia*，a genus of moss colonizing the area where the type strain was isolated)。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $MP4^T$ 从南极洲西福尔丘陵的有机湖中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（1.5～2.5）μm×（0.4～0.6）μm］，好氧，革兰氏阳性，形成芽胞。芽胞圆形末端生，胞囊膨大。5% NaCl 时不能生存。TSA-Fe 培养基 55℃培养 48 h，菌落直径为 1.5～2 mm，奶油白色、凸起、整齐。**★生理特性：**生长温度为 42～60℃（最适为 55℃）、pH 为 4.5～7.5（最适为 5.5）。对氨苄西林（25 μg）、氯霉素（10 μg）、四环素（50 μg）、庆大霉素（30 μg）、青霉素 G（25 μg）、杆菌肽（10 μg）、红霉素（5 μg）、卡那霉素（30 μg）和链霉素（25 μg）敏感。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶反应为阴性。能利用 D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、L-木糖、D-半乳糖、葡萄糖、D-果糖、甘露糖、L-山梨糖、鼠李糖、肌醇、N-乙酰基-葡萄糖胺、七叶苷、D-纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、糖原、龙胆二糖、D-松二糖、D-木糖、D-己酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸产酸。能氧化 D-木糖、D-核糖、α-酮基缬草酸、L-脯氨酸和丙酮酸甲酯。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（45.56%）和 iso-$C_{17:0}$（35.81%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 55.1 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1　aacgctggcg　gcgtgcctaa　tacatgcaag　tcgagcgggc　ggaaggggag　cttgctctct
61　ggaagccagc　ggcggacggg　tgagtaacac　gtgggcaacc　tgcccggcag　accgggataa
121　cgcctggaaa　cgggtgctaa　taccggatag　gcgcagagga　cgcatgttct　gtgcgggaaa
181　ggcgctacgg　cgccactgtc　ggatgggccc　gcggcgcatt　agctagttgg　tggggtaacg
241　gctcaccaag　gcgacgatgc　gtagccgacc　tgagagggtg　agcggccaca　ctgggactga

301　gacacggccc　agactcctac　gggaggcagc　agtagggaat　cttccacaat　gggcgcaagc
361　ctgatggagc　aacgccgcgt　gagtgaagaa　ggccttcggg　ttgtaaagct　ctgtcatctg
421　ggacgaacgg　gcaggagagg　gaatgctcct　gttgtgacgg　taccagagga　ggaagccacg
481　gctaactacg　tgccagcagc　cgcggtaata　cgtaggtggc　aagcgttgtc　cggaatgact
541　gggcgtaaag　cgcgcgcagg　cggccgctta　agtctggggt　gaaaacccgg　ggctcaaccc
601　cgggagtgcc　ttggatactg　ggcggcttga　gcatcggaga　ggcaaggga　attccatgtg
661　tagcggtgaa　atgcgtagag　atatggagga　acaccagtgg　cgaaggcgcc　ttgctggccg
721　gtagctgacg　ctgaggcgcg　aaagcgtggg　gagcaaacag　gattagatac　cctggtagtc
781　cacgccgtaa　acgatgagtg　ctaggtgttg　gcggttttga　agccgtcagt　gccgaagcta
841　acgcattaag　cactccgcct　ggggagtacg　gtcgcaagac　tgaaactcaa　aggaattgac
901　gggggcccgc　acaagcagtg　gagcatgtgg　tttaattcga　agcaacgcga　agaaccttac
961　caagacttga　catcccgctg　accggcgcag　agatgtgcct　tcccttcggg　gcagcggaga
1021　caggtggtgc　atggttgtcg　tcagctcgtg　tcgtgagatg　ttgggttaag　tcccgcaacg
1081　agcgcaaccc　ttgagctgtg　ttgccagcag　gagatgggga　ctcacagctg　actgccggtg
1141　acaaaccgga　ggaaggcggg　gatgacgtca　aatcatcatg　ccccttatgt　cttgggctac
1201　acacgtgcta　caatgggcgg　tacaacggga　agcgaaggag　cgatctggag　ccaatcccta
1261　aaagccgctc　gtagttcgga　ttgcaggctg　caactcgcct　gcatgaagcc　ggaattgcta
1321　gtaatcgcgg　atcagcatgc　cgcggtgaat　acgttcccgg　gccttgtaca　caccgcccgt
1381　cacaccacga　gagttggtaa　cacccgaagt　cggtgaggta　acctgaaagg　gagccagccg
1441　ccgaaggtgg　gaccgatgat　tggggtgaag　tcgtaacaag　gtagccgtat　cggaaggtgc
1501　ggctg

五十四、硫化芽胞杆菌属（*Sulfobacillus*）

【属特征描述】营养细胞为革兰氏阳性，杆状，形成芽胞。兼性厌氧，厌氧生长时可以 Fe^{2+}作为电子受体（电子供体为无机或有机物）。在添加 0.02%酵母提取物时可以氧化 Fe^{2+}、S^0 和硫化物矿物（$S_4O_6^{2-} + 10H_2O + 14Fe^{3+} \rightarrow 4HSO_4^- + 16H^+ + 14Fe^{2+}$）。在 Fe^{2+} 无机自养生长时，营养相对匮乏的条件下更容易观察到芽胞形成，只有少数种类在异养生长时能形成芽胞。芽胞球形或卵圆形，端生，模式种的胞囊膨大。中度嗜热，生长温度 20～60℃，最适为 40～50℃。嗜酸，最适 pH 约为 2。DNA 的 G+C 含量为 45 mol%～57 mol%。模式种为 *Sulfobacillus thermosulfidooxidans*。**★属名释意：***Sulfobacillus* 中 *sulfur* 为硫化物之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为硫化芽胞杆菌属（L. n. *sulfur*，sulfur；L. masc. n. *bacillus*，small rod；N.L. masc. n. *Sulfobacillus*，small sulfur-oxidizing rod）。

504. *Sulfobacillus acidophilus*（嗜酸硫化芽胞杆菌）

【种类编号】2-54-1。*Sulfobacillus acidophilus* Norris et al.，1996，sp. nov.（嗜酸硫化芽胞杆菌）。**★模式菌株：**NAL = ATCC 700253 = DSM 10332。**★16S rRNA 基因序列号：**AB089842。**★种名释意：***acidophilus* 中 *acidum* 为酸之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜酸硫化芽胞杆菌[N.L. n. *acidum*（from L. adj. *acidus*，sour），an acid；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *acidophilus*，

acid-loving]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NAL^T 从嗜酸环境中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（3～5）μm×（0.5～0.8）μm］、革兰氏阳性、好氧。芽胞球形，端生。**★生理特性：**最适生长 pH 为 2.0、最适生长温度为 45～50℃。能氧化 Fe^{2+}、S^0 和 $S_4O_6^{2-}$（连四硫酸盐）。**★生化特性：**混合营养型（无机自养、有机异养），能同时利用葡萄糖和 CO_2。可利用酵母提取物进行异养生长。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 55 mol%～57 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       accaacgctg  gcggcgtgcg  taatacatgc  aagtcgagcg  gtcgacggct  cttcggaggc
61      gtcggcagcg  gcggacgggt  gaggaacacg  tgagtaaccg  ggcgtccggt  gggggatatc
121     gggccgaaag  gcgcggcaat  cccgcatacg  ccccgggcgg  cgccagccgc  cggggggaaa
181     ggccttcggg  tctcctgacn  gggggctcgc  ggcccattaa  ctagttgggg  gggtaacggc
241     ctcccaangc  gacgataggt  atcctgcctg  agagggtgat  ctgccacact  gggactgaga
301     cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcac  tagggaattt  tccacaatgg  gcgcaagcct
361     gatngagcaa  cgccgctgtg  agtgaagact  gcctttgggt  tgtaaagctn  tgtctgtcgg
421     gacgaggacc  gcncccggac  ggcgcggggg  gacggtacng  gcggaggaaa  gcccntgcaa
481     antacgtgcc  agcagccgcg  ntaagacgta  ggggncaagc  gttgtccgga  attactgggc
541     gtaaagggcg  tgtaggcggt  tgcgcacgta  gcggttttca  gccgtcggct  cacccgacgg
601     agggcggcta  aacggcgcag  ctcgagggca  ggagaggtgc  atggaattcc  tggtggagcg
661     gtgaaatgcg  tagagatcag  gaagaacacc  ggtggcgaag  gcggtgcact  ggcctggccc
721     tgacgctgag  gcgcgacagc  gtggggagcg  aacgggatta  gataccccgg  tagtccacgc
781     cgtaaacgat  ggatacgagg  tgtcgcgggg  gtccacctcg  cggtgccgga  gctaacgcac
841     tcagtatccc  gcctggggag  tacggccgca  aggttgaaac  tcaaaggaat  tgacgggggc
901     ccgcacaagc  agtggagcat  gtggtttaat  tcgacgcaac  gcgcagaacc  ttaccagggc
961     tagacgggac  cgtgagccgc  gcgaaagcgc  ggggctgctt  cggcagagcg  gtcgtcaggt
1021    gctgcatggt  tgtcgtcagn  tcgtgtcgtg  agatgttggn  ttaagtcccg  caacgagcgc
1081    aaccttcgtc  ggctgttgcc  agngattcgg  ntcgggacan  tcagccgaga  cagccgggga
1141    cgacccggag  gaaggtgggg  atgangtcaa  atccgcatgn  cntttatgtc  ctgggntaca
1201    cacgtgntac  aatggcgccg  acaacgggcc  gcgaccccgc  gagggggagc  gaatccttca
1261    aacggcgtct  cagttcggat  tgcaggctgc  aantcgcctg  catgaagccg  gaattgctag
1321    taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaatc  cgttcccggg  ccttgtacac  accgcccgtc
1381    acaccacgag  agtcggccac  acccgaagcc  ggtcggtcga  accccgtgag  gggacgaccc
1441    cgtcgacggt  ggggcggatg  attggggtg
```

505. *Sulfobacillus benefaciens*（互惠硫化芽胞杆菌）

【种类编号】2-54-2。*Sulfobacillus benefaciens* Johnson et al.，2009，sp. nov.（互惠硫化芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BRGM2 = ATCC BAA-1648 = DSM 19468。**★16S rRNA 基因序列号：**EF679212。**★种名释意：***benefaciens* 为互惠之意，故其中文名称为互惠硫化芽胞杆菌（L. part. adj. *benefaciens*，doing a good action，imparting benefits）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BRGM2^T 从处理含钴黄铁矿的生物反应器上分离而来。**★形态特征：**细胞直杆状［（0.5～2.5）μm×（0.05～0.6）μm］、运动、革兰氏阳性、芽胞卵圆形、末端生。酸性铁/连四硫酸盐培养基上，菌落煎蛋状，中心橙色边缘灰白色。

★**生理特性**：耐热性：生长温度为 30～47℃、最适生长温度为 38～39℃。嗜酸性：生长 pH 为 0.8～2.2、最适为 1.5。★**生化特性**：兼性自养生物，能够利用 S^0、连四硫酸盐、亚铁和硫化物生长。兼性厌氧，能将三价铁作为电子受体进行厌氧生长。添加 0.02%酵母提取物可促进生长。有机营养生长时能利用一系列的单糖、甘油、甘露醇、柠檬酸和谷氨酸生长。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为（50.6±0.2）mol%。该菌株与 *Sulfobacillus* 内种类的 16S rRNA 同源性为 90.3%～97.1%，与 *S. thermosulfidooxidans* 的 DNA-DNA 杂交关联度为 45%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       agagtttgat  catggctcag  gacaaacgct  ggcggcgtgc  gtaatacatg  caagtcgagc
61      ggaccttcgg  gtcagcggcg  gacgggtgag  gaacacgtga  gtgatcgagc  gaggagtggg
121     ggatatcggg  ccgaaaggcg  cggcaatccc  gcatacgttc  cgggagaccg  gaagaaagcc
181     ggggaactgg  cgctccttgg  ggagctcgcg  gcccattagc  tagttggggg  ggtaagggcc
241     tcccaaggcg  acgatgggta  gccggcctga  gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac
301     acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt  ccacaatggg  cgcaagcctg
361     atggagcaac  gccgcgtgag  tgaagacggc  cttcgggttg  taaagctctg  tctgtcggga
421     cgaagaccgg  cccgggaggg  ccggggagcc  ggtaccggcg  gaggaagccc  ctgcaaacta
481     cgtgccagca  gccgcggtaa  gacgtagggg  gcaagcgttg  tccggaatga  ctgggcgtaa
541     agggcgtgta  ggcggtgcga  tacgtagcgg  ttttaagcct  ccggctcacc  cggaggaggg
601     cggctaaacg  gtcggactgg  agggcaggag  aggtgcgtgg  aattcctggt  ggagcggtga
661     aatgcgtaga  gatcaggaag  aacacccgtg  gcgaaggcgg  cgcactggcc  tggccctgac
721     gctgaggcgc  gacagcgtgg  ggagcgaacg  ggattagata  ccccggtagt  ccacgccgta
781     aacgatgggt  actaggtgtc  gcccgggtcc  accgggcggt  gccggagcta  acgcactaag
841     taccccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggt  tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc
901     acaagcagtg  gagcatgtgg  tttaattcga  cgcaacgcgc  agaaccttac  caggactgga
961     cacggtcgtg  agcgccgcga  aagcggcggg  cccttcgggg  agcgatcgca  ggtgctgcat
1021    ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt
1081    gtcgtgtgtt  gccagcggtt  cggccgggca  ctcacacgag  actgccggtg  acaaaccgga
1141    ggaaggtggg  gatgacgtca  aatccgcatg  gccttgatgt  tctgggcgac  acacgtgcta
1201    caatgggtcc  gacaatgggc  ggcgacggcg  cgagccgcag  cgaatcccgc  aaacggatcc
1261    tcagttcgga  ttgcaggctg  caacccgcct  gcatgaagcc  ggaattgcta  gtaatcgccc
1321    atcagcacgg  ggcg
```

506. *Sulfobacillus sibiricus*（西伯利亚硫化芽胞杆菌）

【**种类编号**】2-54-3。*Sulfobacillus sibiricus* Melamud et al.，2006，sp. nov.（西伯利亚硫化芽胞杆菌）。★**模式菌株**：N1 = DSM 17363 = VKM B-2280。★**16S rRNA 基因序列号**：AY079150。★**种名释意**：*sibiricus* 为西伯利亚之意，故其中文名称为西伯利亚硫化芽胞杆菌[N.L. masc. adj. *sibiricus*，pertaining to Siberia（region in northwestern Asia，the name said to come from Sibir，ancient Tatar fortress at the confluence of the rivers Tobol and Irtysh）。

【**种类描述**】★**菌株来源**：菌株 $N1^T$ 从东西伯利亚矿床分离而来。★**形态特征**：细胞杆状、革兰氏阳性、产芽胞。★**生理特性**：嗜热。能氧化 Fe^{2+}、S^0 和硫化物。生长温度为 17～60℃（最适为 55℃）、pH 为 1.1～2.6（最适为 2.0）。★**生化特性**：可利用亚铁、

元素硫或无机硫化物作为能源。在不含无机能源物质的条件下，不能利用下列物质生长：蔗糖、果糖、葡萄糖、还原型谷胱甘肽、丙氨酸、半胱氨酸、山梨醇、乙酸钠或丙酮酸。★**化学特性**：主要脂肪酸为 iso-支链脂肪酸和 anteiso-支链脂肪酸。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 48.2 mol%。菌株 N1^{T} 与 *S. thermosulfidooxidans* 和 *S. acidophilus* 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 42%和 10%。与 *S. thermosulfidooxidans* 的 16S rRNA 基因序列同源性为 97.9%～98.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  gtaatacatg  caagtcgagc  ggaccttcgg
61    gtcagcggcg  gacgggtgag  gaacacgtga  gtgatcgagc  tgtgagtggg  ggatatcggg
121   ccgaaaggcg  cggcaatccc  gcatacgttc  cggggaaccg  gaagaaagct  tggcaacagg
181   cactcatagg  ggagcccgcg  gcccattagc  tagttggggg  ggtaagggcc  tcccaaggcg
241   atgatgggta  gccggcctga  gagggtgaac  ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga
301   ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt  ccacaatggg  cgaaagcctg  atggagcaac
361   gccgcgtgag  tgaagacggc  cttcgggttg  taaagctctg  tctgtcggga  cgaagaccgg
421   cccggaaggg  ccggggagcc  ggtaccgacg  gaggaagccc  ctgcaaacta  cgtgccagca
481   gccgcggtaa  gacgtagggg  gcaagcgttg  tccggaatta  ctgggcgtaa  agggcgtgta
541   ggcggtgcga  tacgtagcgg  ttttaagcct  ccggctcacc  cggaggaggg  cggctaaacg
601   gtcgcactgg  agggcaggag  aggtgcgtgg  aattcctggt  ggagcggcga  aatgcgtaga
661   gatcaggaag  aacacccgtg  gcgaaggcgg  cgcactggcc  tggccctgac  gctgaggcgc
721   gacagcgtgg  ggagcgaacg  ggattagata  ccccggtagt  ccacgccgta  aacgatgggt
781   actaggtgtc  gcccgggtcc  accgggcggt  gccggagcta  acgcactaag  tatcccgcct
841   ggggagtacg  gccgcaaggt  tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc  acaagcagtg
901   gagcatgtgg  tttaattcga  cgcaacgcgc  agaaccttac  caggactgga  cacgctcgtg
961   agcgccgcga  aagcggcggg  cttcggggag  cgagcgcagg  tgctgcatgg  ttgtcgtcag
1021  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccttgt  cgtgtgttgc
1081  cagcggttcg  gccgggcact  cacacgagac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga
1141  tgacgtcaaa  tccgcatggc  cttgatgttc  tgggctacac  acgtgctaca  atggtcccga
1201  caacgggatg  cgacggcgcg  agccggagct  aatccttgaa  acgggatctc  agttcggatt
1261  gcaggctgca  actcgcctgc  atgaagccgg  aattgctagt  aatcgcccat  cagcatgggg
1321  cggtgaattc  gttcccgggc  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gtcggcaaca
1381  cccgaagccg  ggtgacccaa  ccgtagatgc  ggagggtccc  gtcgacggtg  gggtcggt
```

507. *Sulfobacillus thermosulfidooxidans*（嗜热硫氧化硫化芽胞杆菌）

【**种类编号**】2-54-4。*Sulfobacillus thermosulfidooxidans* Golovacheva and Karavaiko，1991，sp. nov.（嗜热硫氧化硫化芽胞杆菌）。★**模式菌株**：AT-1 = DSM 9293 = VKM B-1269。★**16S rRNA 基因序列号**：AB089844。★**种名释意**：*thermosulfidooxidans* 中 *thermos* 为嗜热之意，*sulfidum* 为硫之意，*oxydans* 意为氧化之意，故其中文名称为嗜热硫氧化硫化芽胞杆菌（Gr. adj. *thermos*，hot；N.L. n. *sulfidum*，sulfide；N.L. part. adj. *oxydans*，oxidizing；N.L. part. adj. *thermosulfidooxidans*，thermophilic sulfide oxidizing）。

【**种类描述**】★**菌株来源**：模式菌株来源不详，但该种广泛分布于酸性土壤、地热处的水、金属矿和其他矿石等环境中。★**形态特征**：营养细胞为革兰氏阳性，形成芽胞，杆状，在无机自养生长时大小为［（0.6 ×2.0）μm～3.5 μm］，在添加酵母提取物后，自养和异养生

长的大小均为［（0.8～1.8）μm ×（3.0～6.5）μm］。在 Fe^{2+}无机自养生长时，营养相对匮乏的条件下更容易观察到芽胞形成，只有少数种类在异养生长时能形成芽胞。芽胞球形或卵圆形，端生，胞囊膨大。**★生理特性：**中度嗜热，生长温度为 20～60℃，最适为 40～50℃。嗜酸，最适 pH 约为 2。**★生化特性：**兼性厌氧，厌氧生长时可以 Fe^{2+}作为电子受体（电子供体为无机或有机物）。在添加 0.02%酵母提取物时可以氧化 Fe^{2+}、S^0 和硫化物矿物。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45 mol%～50 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  gtaatacatg  caagtcgagc
61      ggaccttcgg  gtcagcggcg  gacgggtgag  gaacacgtga  gtgatcgggc  tgtgagtggg
121     ggatatcggg  ccgaaaggcg  cggcaatccc  gcatacgttc  cggggaaccg  gaagaaagct
181     tggcaacagg  cgctcacagg  ggagctcgcg  gcccattagc  tagttggggg  ggtaatggcc
241     tcccaaggcg  acgatgggta  gccggcctga  gagggtgaac  ggccacactg  ggactgagac
301     acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt  ccacaatggg  cgcaagcctg
361     atggagcaac  gccgcgtgag  tgaagacggc  cttcgggttg  taaagctctg  tctgtcggga
421     cgaagaccgg  cccggaaggg  ccggggagcc  ggtaccgacg  gaggaagccc  ctgcaaacta
481     cgtgccagca  gccgcggtaa  gacgtagggg  gcaagcgttg  tccggaatta  ctgggcgtaa
541     agggcgtgta  ggcggtgcga  tacgtagcgg  ttttaagcct  ccggctcacc  cggaggaggg
601     cggctaaacg  gtcgcgctag  agggcaggag  aggtgcgtgg  aattcctggt  ggagcggtga
661     aatgcgtaga  gatcaggaag  aacacccgtg  gcgaaggcgg  cgcactggcc  tggccctgac
721     gctgaggcgc  gacagcgtgg  ggagcgaacg  ggattagata  ccccggtagt  ccacgccgta
781     aacgatgggt  actaggtgtc  gcccgggtcc  accgggcggt  gccggagcta  acgcactaag
841     taccccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggt  tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc
901     acaagcagtg  gagcatgtgg  tttaattcga  cgcaacgcgc  agaaccttac  caggactgga
961     cacgctcgtg  agcgccgcga  aagcggcggg  cccttcgggg  agcgagcgca  ggtgctgcat
1021    ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt
1081    gtcgtgtgtt  gccagcggtt  cggccgggca  ctcacacgag  actgccggtg  acaaaccgga
1141    ggaaggtggg  gatgacgtca  aatccgcatg  gccttgatgt  tctgggctac  acacgtgcta
1201    caatggtccc  gacaacggga  tgcgacggcg  cgagccggag  ccaatccttc  aaacgggatc
1261    tcagttcgga  ttgcaggctg  caactcgcct  gcatgaagcc  ggaattgcta  gtaatcgccc
1321    atcagcatgg  ggcggtgaat  tcgttcccgg  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga
1381    gagtcggcca  cacccgaagc  cgggcgatcc  aaccgcagat  gcggagggtc  ccgtcgacgg
1441    tggggtcggt  gattggggtg  aagtcgtaac  aaggtagccg  tatcggaagg  tgcggttgga
```

508. *Sulfobacillus thermotolerans*（耐热硫化芽胞杆菌）

【种类编号】2-54-5。*Sulfobacillus thermotolerans* Bogdanova et al.，2006，sp. nov.（耐热硫化芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Kr1 = DSM 17362 = VKM B-2339。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ124681。**★种名释意：***thermotolerans* 中 *thermos* 为热之意，*tolerans* 为耐受之意，故其中文名称为耐热硫化芽胞杆菌（Gr. adj. *thermos*，hot；L. part. adj. *tolerans*，tolerating；N.L. part. adj. *thermotolerans*，tolerating heat）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $Kr1^T$ 是从硫化矿石中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（0.8～1.2）μm ×（1.5～4.5）μm］、直杆状或者轻微弯曲，2～4 个细胞形成链状，好氧，不运动，革兰氏阳性。芽胞卵圆形和球形、亚末端生。**★生理特性：**自养或者有

机营养生长仅能维持一段时间。耐热：生长温度为 20～60℃，最适为 40℃。嗜酸：在含铁离子培养基上的生长 pH 为 1.2～2.4（最适为 2.0）；在含 S^0 培养基上的生长 pH 为 2.0～5.0（最适为 2.5）。**★生化特性：**混合营养型，在添加 0.02%酵母提取物或其他有机物时能以 S^0、亚铁、硫化矿和连四硫酸盐作为能源。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为（48.2±0.5） mol%。菌株 $Kr1^T$ 与已知 *Sulfobacillus* 种类的 DNA-DNA 杂交关联度为 11%～44%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       ggcggcgtgc   gtaatacatg   caagtcgagc   ggaccttcgg   gtcagcggcg   gacgggtgag
61      gaacacgtga   gtgatctatc   gatgagtggg   ggatatcggg   ccgaaaggcg   cggcaatccc
121     gcatacgttc   ctacgggaag   aaagctgggc   aactggcgct   catcgcggag   ctcgcggccc
181     attagctagt   tggggggta    acggcctccc   aaggcgacga   tgggtagccg   gcctgagagg
241     gtgaacggcc   acactgggac   tgagacacgg   cccagactcc   tacgggaggc   agcagtaggg
301     aatcttccac   aatgggcgca   agcctgatgg   agcaacgccg   cgtgagtgaa   gacggccttc
361     gggttgtaaa   gctctgtctg   tcgggacgaa   gaccgggacg   ggagtcccgg   ggagccggta
421     ccgacgaagg   aagcccctgc   aaactacgtg   ccagcagccg   cggtaagacg   tagggggcaa
481     gcgttgtccg   gaattactgg   gcgtaaaggg   cgtgtaggcg   gtgcgatacg   tagcggtttt
541     aagcctccgg   ctcacccgga   ggagggcggc   taaacggtcg   cactggaggg   caggagaggt
601     gcgtggaatt   cctggtggag   cggtgaaatg   cgtagagatc   aggaagaaca   ccagtggcga
661     aggcggcgca   ctggcctgac   cctgacgctg   aggcgcgaca   gcgtggggag   caaacgggat
721     tagatacccc   ggtagtccac   gccgtaaacg   atggatacta   ggtgtcgtgg   gggtccacct
781     gcggtgccgg   agctaacgca   ctaagtatcc   cgcctgggga   gtacggccgc   aaggttgaaa
841     ctcaaaggaa   ttgacggggg   cccgcacaag   cagtggagca   tgtggtttaa   ttcgacgcaa
901     cgcgcagaac   cttaccagga   ctggacaggc   acgtgagcgc   cgcgaaagcg   gcgggcttcg
961     gggagcgtgc   tcaggtgctg   catggttgtc   gtcagctcgt   gtcgtgagat   gttgggttaa
1021    gtcccgcaac   gagcgcaacc   cttgtcgtgt   gttgccagcg   gtccggccgg   gcactcacac
1081    gagactgccg   gtgacaaacc   ggaggaaggt   ggggatgacg   tcaaatccgc   atggccttga
1141    tgtcctgggc   tacacacgtg   ctacaatggt   cccgacaacg   ggccgcgacc   gcgcgagygc
1201    gagcaaatcc   ttcaaacggg   atctcagttc   ggattgcagg   ctgcaactcg   cctgcatgaa
1261    gccggaattg   ctagtaatcg   cccatcagca   tggggcggtg   aattcattcc   cgggccttgt
1321    acacaccgcc   cgtcacacca   cgagagttgg   ccacacccga   agccggtcgg   ccgaacccgt
1381    gagggacggt   cccgtcgacg   gtggggcgga   tgattggggt   gaagtcgtaa   caa
```

五十五、膨胀芽胞杆菌属（*Tumebacillus*）

【属特征描述】营养细胞杆状，革兰氏阳性，形成芽胞。好氧，可通过化能自养和有机异养生长。NaCl 是生长非必需的。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$，少量的脂肪酸为 iso-$C_{15:1}$H/$C_{13:0}$ 3-OH 和 anteiso-$C_{15:0}$。细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸，肽聚糖为 A1γ 型。主要呼吸醌为 MK-7。模式种为 *Tumebacillus permanentifrigoris*。**★属名释意：***Tumebacillus* 中 *tume*-为膨胀之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为膨胀芽胞杆菌属[L. adj. prefix *tume*-（as in tumefacere to make swollen），swollen；L. masc. n. *bacillus*，small rod；N.L. masc. n. *Tumebacillus*，swollen rod，referring to the large，swollen terminal sporangia observed during microscopy]。

509. *Tumebacillus flagellatus*（鞭毛膨胀芽胞杆菌）

【种类编号】2-55-1。*Tumebacillus flagellatus* Wang et al.，2013，sp. nov.（鞭毛膨胀芽胞杆菌）。**★模式菌株：**GST4 = CGMCC 1.12170 = DSM 25748。**★16S rRNA 基因序列号：**JQ421297。**★种名释意：***flagellatus* 为鞭毛之意，故其中文名称为鞭毛膨胀芽胞杆菌（L. n. *flagellum* a whip；L. masc. suff. -*atus* suffix denoting provided with；N.L. masc. adj. *flagellatus* flagellated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 GST4^T 从我国广西壮族自治区木薯淀粉厂的废水样本中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（3.1～4.2）μm × 0.5 μm］，革兰氏阳性，好氧，能运动。芽胞卵圆形，端生，胞囊膨大。R2A 培养基上 37℃培养 24 h，菌落浅黄色、圆形、边缘整齐、突起。**★生理特性：**生长条件为 20～42℃（最适为 37℃）、pH 4.5～8.5（最适为 5.5）。0～1% NaCl 时可生长。对氨苄西林（10 μg）、链霉素（10 μg）、氯霉素（2 μg）、青霉素 G（10 IU）、四环素（30 μg）、卡那霉素（30 μg）和红霉素（15 μg）敏感，对庆大霉素（10 μg）具有抗性。**★生化特性：**氧化酶反应为阳性，过氧化氢酶反应为阴性。酪蛋白、明胶和淀粉水解反应为阳性。能吸收利用纤维二糖、L-木糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、乳糖、D-甘露醇、海藻糖和 D-山梨醇，不能利用柠檬酸盐。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖为 A1γ 型；主要呼吸醌为 MK-7；主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.7 mol%。菌株 GST4^T 与 *T. permanentifrigoris* DSM 18773^T 和 *T. ginsengisoli* DSM18389^T 的 16S rRNA 同源性分别为 97.3%和 94.5%，DNA-DNA 杂交关联度分别为 44.0%和 60.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gattagagtt  tgatcctggc  tcaggacgaa  cgctggcggc  gtgcctaata  catgcaagtc
61     gtgcgagacc  ttcgggtcta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggtaa  cctgcctgat
121    cgaccgggat  aacgcttgga  aacgagtgct  aataccggat  aatctcttgg  atcgcatggt
181    ttgagagtaa  aaggagcttt  tgcttcacga  tcagatggac  ccgcggcgca  ttagctagtt
241    ggtgaggtaa  cggctcacca  aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgaccggcca
301    cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca
361    atgggcgcaa  gcctgacgga  gcaacgccgc  gtgagtgatg  aaggccttcg  ggttgtaaaa
421    ctctgtcttc  tgtgaagaac  catcctgtgc  agagaaagct  caggacctga  cggtaacaga
481    ggaggaagcc  ccggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggg  ggcaagcgtt
541    gtccggaatc  actgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggtctt  tcacgtccgg  ggtgaaagcc
601    cagagctcaa  ctctgggact  gccttggata  cggagagact  tgagggtcgg  agaggcaagg
661    ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaacacctg  tggcgaaggc
721    gccttgctgg  ccgacttctg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcaaa  caggattaga
781    taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaggtg  ttagggggcc  cacccettag
841    tgccgaagct  aacgcattaa  gcactccgcc  tggggagtac  ggtcgcaaga  ctgaaactca
901    aaggaattga  cgggggcccg  cacaagcagt  ggagcatgtg  gtttaattcg  aagcaacgcg
961    aagaacctta  ccaggacttg  acatcccgct  gaccggttta  gagataaacc  ttcccttcgg
1021   ggcagcggtg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa
1081   gtcccgcaac  gagcgcaacc  cctatgttgt  gttgctacca  ttcagttgag  cactcacaac
1141   agactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggcg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat
1201   gtcctgggct  acacacgtgc  tacaatgggc  ggtacaaagg  gatgccaagc  cgcgaggcgg
```

1261　agccaatccc　agaaagccgt　tcgtagttcg　gattgcaggc　tgcaactcgc　ctgcatgaag
1321　ccggaattgc　tagtaatcgc　ggatcagcat　gccgcggtga　attcgttccc　gggccttgta
1381　cacaccgccc　gtcacaccat　gggagttggc　aacacccgaa　gtcggtgagg　taactgcttg
1441　cagagccagc　cgcctaaggt　ggggtcgatg　actggggtga　agtcgtaaca　aggtaaccaa
1501　tc

510. *Tumebacillus ginsengisoli*（参土膨胀芽胞杆菌）

【种类编号】2-55-2。*Tumebacillus ginsengisoli* Baek et al.，2011，sp. nov.（参土膨胀芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Gsoil 1105 = DSM 18389 = KCTC 13942。**★16S rRNA 基因序列号：**AB245375。**★种名释意：***ginsengisoli* 中 *ginsengum* 为人参之意，*solum* 为土壤之意，故其中文名称为参土膨胀芽胞杆菌（N.L. n. *ginsengum*，ginseng；L. n. *solum*，soil；N.L. gen. n. *ginsengisoli*，of the soil of a ginseng field，the source of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Gsoil 1105^T 从韩国人参田分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.8）μm ×（03.0～6.0）μm］，革兰氏阳性，好氧，不运动。R2A 培养基上培养 2 d 后，菌落白色、圆形、同心、突起。芽胞末端生、胞囊膨大。**★生理特性：**生长温度为 20～42℃，15℃和 50℃时不能生长。pH 5.0～8.5。NaCl 时可生长，但 1%NaCl 不能生长。液体培养上不能生长。**★生化特性：**硝酸还原反应为阳性。能利用 D-海藻糖、L-鼠李糖、乙酸盐、苯乙酸盐、苹果酸盐、甘油、糖原、葡聚糖、甘氨酸和丝氨酸作为碳源，较弱地利用 D-核糖、D-棉籽糖、木醇、半胱氨酸和谷氨酸。不能利用乙醇、甲酸、丙酸酯、3-羟基丁酸酯、戊酸盐、癸酸盐、马来酸、苯甲酸、3-羟基苯甲酸、4-羟丁酸、丙二酸、琥珀酸、戊二酸、酒石酸、亚甲基丁二酸、己二酸、辛二酸、草酸、D-阿东醇、半乳糖醇、肌醇、苦杏仁苷、菊糖、天冬酰胺、天冬氨酸、组氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、脯氨酸、苏氨酸、酪氨酸和缬氨酸作为碳源和能源进行生长。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖为 A1γ 型；主要呼吸醌为 MK-7，主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 55.6 mol%。菌株 Gsoil 1105^T 与亲缘关系最相近 *T. permanentifrigoris* Eur1 9.5^T 的 16S rRNA 同源性为 94.6%。16S rRNA 基因序列如下。

1　tggctcagga　cgaacgctgg　cggcgtgcct　aatacatgca　agtcgagcgg　actggagaga
61　gcttgctctc　aaaggtcagc　ggcggacggg　tgagtaacac　gtgggtaacc　tgcctgacag
121　atcgggataa　cgcttggaaa　cgagtgctaa　taccggatag　tcttttgaac　cgcatggttt
181　gaaagggaaa　gaagctatcg　cttcactgtc　agatggaccc　gcggcgcatt　agctagttgg
241　tgaggtaacg　gctcaccaag　gcgacgatgc　gtagccgacc　tgagagggtg　accggccaca
301　ctgggactga　gacacggccc　agactcctac　gggaggcagc　agtagggaat　cttccgcaat
361　gggcgcaagc　ctgacggagc　aacgccgcgt　gagtgatgaa　ggccttcggg　ttgtaaaact
421　ctgtcttctg　tgaagaacaa　gcctgtgagt　ggaaagctca　ggccttgacg　gtaacagagg
481　aggaagcccc　ggctaactac　gtgccagcag　ccgcggtaat　acgtaggggg　caagcgttgt
541　ccggaatcac　tgggcgtaaa　gcgcgcgcag　gcggcgatct　acgtccgggg　tgaaagccca
601　gagctcaact　ctgggactgc　cttggatacg　ggatcgcttg　aggatcggag　aggcaagggg
661　aattccacgt　gtagcggtga　aatgcgtaga　gatgtggagg　aacacctgtg　gcgaaggcgc
721　cttgctggcc　gatttctgac　gctgaggcgc　gaaagcgtgg　ggagcaaaca　ggattagata
781　ccctggtagt　ccacgccgta　aacgatgagt　gctaggtgtt　gggggtacc　accctcagtg

```
841    ccgaagctaa  cgcattaagc  actccgcctg  gggagtacgg  tcgcaagact  gaaactcaaa
901    ggaattgacg  ggggcccgca  caagcagtgg  agcatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa
961    gaaccttacc  aagacttgac  atcccgctga  ccgctctaga  gatagagttt  cccttcgggg
1021   cagcggtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt
1081   cccgcaacga  gcgcaaccct  tacgttgtgt  tgccatcatt  tagttgggca  ctcacaatgg
1141   actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggcggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatgt
1201   cttgggctac  acacgtgcta  caatgggcgg  tacaaaggga  tgcgaaaccg  cgaggtggag
1261   ccaatctcat  aaagccgttc  gtagttcgga  ttgcaggctg  caactcgcct  gcatgaagcc
1321   ggaattgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  tcgttcccgg  gccttgtaca
1381   caccgcccgt  cacaccacgg  gagttggcaa  cacccaaagt  cggtgaggta  acctttcgag
1441   gagccagccg  cctaaggtgg  ggtcgatgac  tggggtgaag  tcgtaacaag  gtagccgt
```

511. *Tumebacillus permanentifrigoris*（霜冻膨胀芽胞杆菌）

【种类编号】2-55-3。*Tumebacillus permanentifrigoris* Steven et al.，2008，sp. nov.（霜冻膨胀芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Eur1 9.5 = DSM 18773 = JCM 14557。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ444975。**★种名释意：***permanentifrigoris* 中 *permanens* 为永久之意，*frigoris* 为霜冻、冻土之意，故其中文名称为霜冻膨胀芽胞杆菌（L. part. adj. *permanens*，permanent；L. gen. n. *frigoris*，of/from frost；N.L. gen. neut. n. *permanentifrigoris*，from permanent frost，permafrost，referring to the isolation of the type strain from permafrost）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Eur1 9.5^T 从加拿大北极高纬度地区 9 m 深的永久冻土样本中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（3.0～3.5）μm ×0.5 μm］，不运动，革兰氏阳性，芽胞端生，R2A 培养基上菌落黄色，液体培养基上不生长。**★生理特性：**生长温度为 5～37℃（最适为 25～30℃）。对氨苄西林、链霉素、氯霉素、利福平、红霉素和四环素敏感，对青霉素有抗性。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶反应为阴性。能利用半乳糖、淀粉、胰蛋白胨、纤维二糖、乳糖、海藻糖、甘露醇、麦芽糖、葡萄糖和酪蛋白氨基酸作为唯一碳源。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸；主要呼吸醌为 MK-7，主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.1 mol%。菌株 Eur1 9.5^T 与亲缘关系最相近 *Alicyclobacillus. contaminans* 的 16S rRNA 基因序列同源性为 87%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      tgcagtcgag  cggactgatg  tggagcttgc  tccatggatg  tcagcggcgg  acgggtgagt
61     aacacgtggg  taacctgcct  ggcagactgg  gataacgctt  ggaaacgagt  gctaataccg
121    gatgatctct  tggactgcat  ggttcgagag  taaaaggagc  ttttgcttca  ctgccagatg
181    gacccgcggc  gcattagcta  gttggtgagg  taacggctca  ccaaggcgac  gatgcgtagc
241    cnacctgaga  gggtgaccgg  ccacactggg  actganacac  ggcccagact  cctacgggag
301    gcagcagtag  ggaatcttcc  gcaatgggcg  caagcctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagtg
361    atgaaggcct  tcgggttgta  aaactctgtc  ttctgtgaag  aaccatcctg  tgcagagaaa
421    gctcangacc  tgacggtaac  agaggaggaa  gccccggcta  actacgtgcc  agcagccgcg
481    gtaatacgta  gggggcaagc  gttgtccgga  ttcactgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt
541    ctctcacgtc  cggggtgaaa  gcccagagct  caactctggg  attgccttgg  atacggggag
601    acttgaggat  cggagaggca  aggggaattc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt
```

661	ggaggaacac	ctgtggcgaa	ggcgccttgc	tggccgattt	ctgacgctga	ggcgcgaaag
721	cgtggggagc	aaacaggatt	agataccctg	gtagtccacg	ccgtaaacga	tgagtgctag
781	gtgttagggg	gcccacccct	tagtgccgaa	gctaacgcat	taagcactcc	gcctggggag
841	tacggtcgca	agactgaaac	tcaaaggaat	tgacgggggc	ccgcacaagc	agtggagcat
901	gtggtttaat	tcgaagcaac	gcgaagaacc	ttaccaagac	ttgacatccc	gctgaccgtt
961	ctagagatag	agnttccctt	cggggcagcg	gtgacaggtg	gtgcatggtt	gtcgtcagct
1021	cgtgtcgtga	gatgttgggt	taagtcccgc	aacgagcgca	acccctatgt	tgtgttgcta
1081	ccatttagtt	gagcacttac	aacagactgc	cggtgacaaa	ccggaggaag	gcggggatga
1141	cgtcaaatca	tcatgcccct	tatgtcttgg	gctacacacg	tgctacaatg	gacggtacaa
1201	agggttgcga	agccgcgagg	tgaagccaat	cccagaaagc	cgttcgtagt	tcggattgca
1261	ggctgcaact	cgcctgcatg	aagccggaat	tgctagtaat	cgcggatcag	catgccgcgg
1321	tgaattcgtt	cccgggcctt	gtacacaccg	cccgtcacac	catgggagtt	ggtaacaccc
1381	gaagtcggtg	aggtaactgc	tgcagag			

第三节　类芽胞杆菌科（Paenibacillaceae）

分类地位：厚壁菌门（Phylum XIII. Firmicutes），芽胞杆菌纲（Class I. Bacilli），芽胞杆菌目（Order I. Bacillales），类芽胞杆菌科（Family IV. Paenibacillaceae）。

五十六、氨芽胞杆菌属（*Ammoniibacillus*）

【属特征描述】细胞为 G^{+}，形成芽胞，好氧，能运动，杆状，嗜热，生长需要氨而不是硝酸、亚硝酸、尿素或谷氨酸作为氮源。主要呼吸醌为 MK-7；主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:0}$；主要的极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺，其次为磷脂酰胆碱；细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。模式种为 *Ammoniibacillus agariperforans*。**★属名释意：***Ammoniibacillus* 中 *ammonium* 为氨之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为氨芽胞杆菌属（am.mo.ni.i.ba.cil′lus. N.L. neut. n. *ammonium*，ammonia；L. masc. n. *bacillus* a small rod；N.L. masc. n. *Ammoniibacillus* a small rod preferring ammonia）。

512. *Ammoniibacillus agariperforans*（穿琼脂氨芽胞杆菌）

【种类编号】3-56-1。*Ammoniibacillus agariperforans* Sakai et al. 2014，sp. nov.（穿琼脂氨芽胞杆菌）。**★模式菌株：**FAB2= NBRC 109510 = KCTC 33130。**★16S rRNA 基因序列号：**AB745450。**★种名释意：***agariperforans* 中 *agarum* 为琼脂之意，*perforans* 为穿孔、刺穿之意，故其中文名称为穿琼脂氨芽胞杆菌（a.ga.ri.per.fo′rans N.L. n. *agarum* agar；L. part. adj. *perforans* perforating，making holes in；N.L. part. adj. *agariperforans* making holes in agar）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 FAB2^{T} 从污泥堆肥中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（0.2～0.4）μm ×（1.0～6.0）μm］，芽胞卵圆形，胞囊膨大。好氧、可运动、革兰氏阳性。菌落圆形光滑、白色至浅白色。**★生理特性：**嗜热，可水解琼脂。生长需要铵盐但不需要硝酸、亚硝酸、脲酶和谷氨酸盐。生长温度为 50～65℃、pH 7.5～9.0，最适

条件为 60℃、pH 8.0～8.6，pH 7.0 和 2.5%（w/v）NaCl 时生长受到抑制。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶反应为阳性。淀粉水解反应为阳性，酪蛋白和明胶反应为阴性。能利用 L-阿拉伯糖、纤维二糖、糊精、赤藓醇、果糖、D-果糖、半乳糖、葡萄糖、葡萄糖醛酰胺、乳糖、麦芽糖、甘露糖、蜜二糖、帕拉金糖、棉籽糖、核糖、D-核糖、山梨醇、淀粉、蔗糖、D-己酮糖、海藻糖、松二糖、吐温 40、吐温 80、木聚糖、木糖和 D-木糖，不能利用乙酸、酪蛋白和柠檬酸盐。能利用 D-葡萄糖发酵产酸。★**化学特性：**细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸；主要呼吸醌为 MK-7，极性脂主要为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺；主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 49.5 mol%。该菌株与 *Thermobacillus xylanilyticus*、*Paenibacillus barengoltzii*、*Cohnella lupini*、*Fontibacillus aquaticus*、*Saccharibacillus sacchari* 16S rRNA 的同源性分别为 90.4%、91.8%、89.4%、90.1%、89.0%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgaac  ggaggtcgcc  acgcggatct
61    cttcggagag  aagcgtggcc  atacctcagt  ggcgaacggg  tgagtaacac  gtgggtaacc
121   tgcctgtaag  tcggggataa  ctgcgggaaa  ccgcagctaa  taccggataa  gtcgggaggt
181   tcgcatgaac  ctttcggtaa  aggagctacg  gttccgctta  cagatgggcc  cgcggcgcat
241   tagctagttg  gtggggtaac  ggcctaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
301   gaccggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa
361   tcttccgcaa  tgggcgaaag  cctgacggag  caacgccgcg  tgagcgagga  aggtcttcgg
421   atcgtaaagc  tctgttgcca  gggaagaaaa  ggcgcttgtt  gactgcaggc  gcattgacgg
481   tacctgagac  agaaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg
541   caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgtag  gcggcccttt  aagtctcgtg
601   tttaaacccg  gagctcaact  tcgggtcgca  cgggaaactg  gggggcttga  gtgcaggaga
661   gggaagcgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg
721   cgaaggcggc  ttcctggtct  gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag
781   gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgaatg  ctaggtgtta  gggagcccga
841   tctccttagt  gccgaagtta  acacattaag  cattccgcct  ggggagtacg  gccgcaaggc
901   tgaaactcaa  aggaattgac  ggggacccgc  acaagcagtg  gagcatgtgg  tttaattcga
961   agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catcccgctg  accgggccag  agatggtcct
1021  ttccttcggg  acagcggaga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg
1081  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ctgaccttag  ttgccagcac  gtgaaggtgg
1141  gcactctaag  gtgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg  tcaaatcatc
1201  atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatggc  cggtacaacg  ggaggcgaag
1261  ccgcgaggcg  gagcgaatcc  ttaaaagccg  gtctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg
1321  cctgcatgaa  gtcggaattg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc
1381  cgggtcttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagtctg  caacacccga  agtcggtgag
1441  gtaacccgta  tgggagccag  ccgccgaagg  tggggcagat  gattggggtg  aagtcgtaac
1501  aaggtagccg  tatcggaagg  tgc
```

五十七、类芽胞杆菌属（*Paenibacillus*）

【种类描述】营养细胞不产色素，以周生鞭毛运动，细胞壁为革兰氏阳性结构，但实

验室染色常出现阴性结果。芽胞椭圆形，胞囊明显膨大。兼性厌氧，能利用包括葡萄糖在内的糖类物质产酸（有时产气），但纤维二糖、半乳糖、棉籽糖和对苄磺胺基苯甲酸除外。不能由核糖醇和山梨醇产酸。β-半乳糖苷酶为阳性。脲酶为阴性（*Paenibacillus validus* 除外）。精氨酸双水解酶为阴性。不能利用柠檬酸。在 10% NaCl 时不能生长。细胞分泌的胞外酶可以降解羧甲基纤维素、DNA、蛋白质和淀粉等大分子。肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要的长链脂肪酸为直链饱和脂肪酸、anteiso-支链脂肪酸和 iso-支链脂肪酸，anteiso-$C_{15:0}$ 含量最高。DNA 的 G+C 含量为 40～54 mol%。该属的种类大多数来自植物材料和富含腐殖质的土壤。模式种为 *Paenibacillus polymyxa*。**★属名释意：** *Paenibacillus* 中 *paene* 为类似之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为类芽胞杆菌属（ L. adv. *paene*，almost；L. masc. n. *bacillus*，a rod and also a bacterial genus name（*Bacillus*）；N.L. masc. n. *Paenibacillus*，almost a *Bacillus*）。

513. *Paenibacillus abyssi*（深海类芽胞杆菌）

【种类编号】 3-57-1。*Paenibacillus abyssi* Huang et al.，2014，sp. nov.（深海类芽胞杆菌）。**★模式菌株：** SCSIO N0306 = DSM 26238 = CGMCC 1.12987。**★16S rRNA 基因序列号：** KC978082。**★种名释意：** *abyssi* 为深海之意，故中文名称为深海类芽胞杆菌（a.bys′si. L. gen. n. *abyssi* of an abyss，of the great deep）。

【种类描述】★菌株来源： 菌株 SCSIO N0306^T 从印度洋深海沉积物中分离而来。**★形态特征：** 细胞杆状［（0.7～0.8）μm ×（2.1～2.2）μm］，严格好氧，革兰氏阳性，借助周生鞭毛运动。**★生理特性：** 最适生长条件为 0～2%（w/v）NaCl、pH 7.0 和 30℃。**★生化特性：** 过氧化氢酶反应为阳性，H_2S 产酸、硝酸还原反应为阴性。能利用 D-葡萄糖、L-阿拉伯糖和 D-麦芽糖作为唯一碳源和能源，但不能利用脲酶、明胶和 D-甘露糖。淀粉水解反应为阳性，纤维二糖、吐温 20、吐温 40 和吐温 80 反应为阴性。**★化学特性：** 细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸；主要呼吸醌为 MK-7；主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和磷脂酰甲基乙醇胺，主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：** DNA 的 G+C 含量为 45.5 mol%。菌株 SCSIO N0306^T 与亲缘关系最相近菌株的 16S rRNA 的同源性为 95.47%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1    ggatggcgcg  tgctatacat  gcaagtcgag  cggacttgat  gaaatgcttg  cttccctgat
61   ggttagcggc  ggacgggtga  gtaacacgta  ggcaacctgc  ctgcaagacc  gggataacat
121  tcggaaacga  atgctaatac  cggatacaca  atttggctgc  atggccgaat  tgggaaagac
181  ggagcaatct  gtcacttgca  gatgggcctg  cggcgcatta  gctagttggt  gaggtaacgg
241  ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag
301  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc
361  tgacggagca  acgccgcgtg  agtgaggaag  gccttcgggt  cgtaaagctc  tgttgccagg
421  gaagaacgct  tgggagagta  actgctcctg  aggtgacggt  acctgagaag  aaagccccgg
481  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg
541  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggctttgtaa  gtctggtgtt  taatacacga  gctcaactcg
601  tgttcgcatc  ggaaactgca  aggcttgagt  acagaagagg  aaagtggaat  tccacgtgta
661  gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac  accagtggcg  aaggcgactt  tctgggctgt
721  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca
```

```
781   cgccgtaaac  gatgaatgct  aggtgttagg  ggtttcgata  cccttggtgc  cgaagttaac
841   acattaagca  ttccgcctgg  ggagtacggt  cgcaagactg  aaactcaaag  gaattgacgg
901   ggacccgcac  aagcagtgga  gtatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca
961   ggtcttgaca  tccctttgac  cggtacagag  atgtaccttc  ccttcggggc  agaggagaca
1021  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag
1081  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcactt  tgggtgggca  ctctaagatg  actgccggtg
1141  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac
1201  acacgtacta  caatggccag  tacaacgggt  agcgaaaccg  cgaggtggag  ccaatcctat
1261  caaagctggt  ctcagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagt  cggaattgct
1321  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggtcttgtac  acaccgcccg
1381  tcacaccacg  agagtttaca  acacccgaag  ccggtggggt  aaccgcaagg  agccagccgt
1441  cgaagtggtg  atg
```

514. *Paenibacillus aestuarii*（河口湿地类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-2。*Paenibacillus aestuarii* Bae et al.，2010，sp. nov.（河口湿地类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CJ25 = JCM 15521 = KACC 13125。**★16S rRNA 基因序列号：**EU570250。**★种名释意：***aestuarii* 为河口湿地之意，故中文名称为河口湿地类芽胞杆菌（L. gen. n. *aestuarii*，of a tract overflowed at high tide，of a salt marsh；here intended to mean of a wetland，from where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CJ25^T 从韩国汉江河口湿地的沉积物中分离而来。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性、杆状、可运动。严格好氧。R2A 培养基上，菌落圆形，不产色素。芽胞椭圆形、胞囊膨大。**★生理特性：**最适生长条件为 30～37℃、pH6～8。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸还原、柠檬酸盐利用、吲哚产生为阴性。淀粉水解反应为阳性，明胶和酪蛋白水解反应为阴性。含有 β-半乳糖苷酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶和萘酚 AS-BI-磷酸水解酶的活性，但无脲酶、精氨酸双水解酶、碱性磷酸酶、酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-葡萄糖胺苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶活性。能利用 L-阿拉伯糖、D-木糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-甘露醇、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁糖、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、D-麦芽糖、乳糖、蜜二糖、D-蔗糖、D-海藻糖、D-棉籽糖、淀粉、糖原、木醇、龙胆二糖、D-松二糖、D-木糖、D-己酮糖和 5-酮基葡萄糖酸盐发酵产酸，不能利用甘油、赤藓醇、D-阿拉伯糖、D-核糖、L-木糖、D-阿东醇、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖、肌醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、N-乙酰基-葡萄糖胺、熊果苷、菊糖、D-松三糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿拉伯醇、L-阿拉伯醇、葡萄糖酸或 2-酮基葡萄糖酸产酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7；主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 50 mol%。该菌株与亲缘关系相近菌株 *P. chondroitinus* DSM5051^T、*P.larvae* subsp. *larvae* DSM 7030^T、*P. chitinolyticus* IFO15660^T 和 *P. alginolyticus* DSM 5050^T 的 16S rRNA 同源性分别为 96.2%、95.6%、95.5%、95.5%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gctatacatg	caagtcgagc	ggtcccttcg	gggatagcgg	cggacgggtg	agtaacacgt
61	aggcaacctg	cctgtaagac	tgggataact	atcggaaacg	atagctaaga	ccggatagct
121	ggttctctcg	catgagagaa	tcatgaaaca	cggrgcaayc	tgtggcttac	agatgggcct
181	gcggcgcatt	agctagttgg	tgaggtaacg	gctcaccaag	gcgacgatgc	gtagccgacc
241	tgagagggtg	aacggccaca	ctgggactga	gacacggccc	agactcctac	gggaggcagc
301	agtagggaat	cttccgcaat	ggacgcaagt	ctgacggagc	aacgccgcgt	gagtgatgaa
361	ggttttcgga	tcgtaaagct	ctgttgccct	agacgaacag	caaggagagt	aactgctcnt
421	tgtgtgacgg	tataggagaa	gaaagccccg	gctaactacg	tgccagcagc	cgcggtaata
481	cgtagggggc	aagcgttgtc	cggaattatt	gggcgtaaag	cgcgcgcagg	cggttaatta
541	agtctggtgt	ttaagcccgg	ggctcaaccc	cggttcgcat	cggaaactgg	ttgacttgag
601	tgtaggagag	gaaagtggaa	ttccacgtgt	agcggtgaaa	tgcgtagaga	tgtggaggaa
661	caccagtggc	gaaggcgact	ttctggccta	taactgacgc	tgaggcgcga	aagcgtgggg
721	agcaaacagg	attagatacc	ctggtagtcc	acgccgtaaa	cgatgagtgc	taggtgttag
781	gggtttcgat	gcccttggtg	ccgaagttaa	cacagtaagc	actccgcctg	gggagtacgc
841	tcgcaagagt	gaaactcaaa	ggaattgacg	gggacccgca	caagcagtgg	agtatgtggt
901	ttaattcgaa	gcaacgcgaa	gaaccttacc	aggtcttgac	atccctctga	ccggtctgga
961	gacaggcctt	cccttcgggg	cagaggagac	aggtggtgca	tggttgtcgt	cagctcgtgt
1021	cgtgagatgt	tgggttaagt	cccgcaacga	gcgcaaccct	tgatcttagt	tgccagcact
1081	ttnggtgggc	actctaagat	gactgccggt	gacaaaccgg	aggaaggtgg	ggatgacgtc
1141	aaatcatcat	gccccttatg	acctgggcta	cacacgtact	acaatggccg	gtacaacggg
1201	aagcgaagcc	gcgaggcgga	gccaatcctt	acaagccggt	ctcagttcgg	attgcaggct
1261	gcaactcgcc	tgcatgaagt	cggaattgct	agtaatcgcg	gatcagcatg	ccgcggtgaa
1321	tacgttcccg	ggtcttgtac	acaccgcccg	tcacaccacg	agagtttaca	acacccgaag
1381	tcggtgaggt	aaccgcaagg	ggccagccgc	cgaagtg		

515. *Paenibacillus agarexedens*（吃琼脂类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-3。*Paenibacillus agarexedens*（ex Wieringa 1941）Uetanabaro et al.，2003，nom. rev.，comb. nov.（吃琼脂类芽胞杆菌）= *Bacillus agar-exedens*（sic）Wieringa 1941。**★模式菌株：**10 = CIP 107437 = DSM 1327。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ345020。**★种名释意：***agarexedens* 中 *agarum* 为琼脂之意，*exedere* 为吃之意，故中文名称为吃琼脂类芽胞杆菌（N.L. n. *agarum*，agar；L. v. *exedere*，to eat up，utilize；N.L. part. adj. *agarexedens*，agar-utilizing）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 10^T 从德国哥廷根草地土中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～1.4）μm ×（2～8）μm］，可运动。未染色的细胞表面无颗粒。12 h 时细胞革兰氏染色可变，38 h 时细胞为革兰氏阴性。芽胞为椭圆形，大多数胞囊不膨大。琼脂培养基上，菌落陷入培养基中，琼脂无融化现象。蛋白胨或脲酶琼脂上，菌落白色、圆形、边缘整齐，矿物质/葡萄糖/酵母提取物培养基上无色素产生。**★生理特性：**蛋白胨抑制生长。嗜温。厌氧生长、pH 5～7 及在 5%NaCl 时生长，最高生长温度为 40℃。**★生化特性：**能水解琼脂、淀粉、次黄嘌呤和七叶苷。能利用琼脂和葡萄糖发酵产酸，氨肽酶活性为弱阳性。以下反应均为阴性：V-P 反应、硝酸盐还原酶、脲酶、卵黄卵磷脂、DNA 酶、赖氨酸脱羧酶、酪氨酸降解、吲哚产生、二羟基丙酮、糊精晶体、厌氧硝酸盐产气、

石蕊牛奶碱或酸的产生、亚甲蓝反应、明胶、耐溶菌酶液化和月桂基硫酸钠反应。不能水解淀粉、聚-β-羟丁酸、酪蛋白、果胶、吐温 80 和几丁质。苯丙氨酸的脱氨基和酪氨酸降解反应可变。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 47 mol%～49 mol%。对 22 个菌株进行 16S rRNA 基因序列和 DNA-DNA 杂交分析，结果表明这些菌株之间的 16S rRNA 基因序列同源性为 91%～99%，与 *Paenibacillus* 种类的同源性均<97.8%。而且群内的 DNA-DNA 杂交关联度为 80%～104%，而群间的 DNA-DNA 杂交关联度<35%，因此，groups 1 和 groups 2 分别代表 2 个新种 *Paenibacillus agarexedens* sp. nov.，nom. rev.（DSM 1327^T）和 *Paenibacillus agaridevorans* sp. nov.（DSM 1355^T）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ggctcaggac  gaacgctggc  ggcgtgccta  atacatgcaa  gtcgagcggg  tttatccttc
61     gggataactt  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtgggta  acctgcctac  aagaccggga
121    taacattcgg  aaacgaatgc  taataccgga  tacgcgaatc  tctcgcatgg  gagaatcggg
181    aaagacggag  caatctgtca  cttgtagatg  gacctgcggc  gcattagcta  gttggtgagg
241    taatggctca  ccaaggcgac  gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg
301    actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag  ggaatcttcc  gcaatggacg
361    aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagtg  atgaaggttt  tcggatcgta  aagctctgtt
421    gccagggaag  aacgtcatgg  agagtaactg  ctccataggt  gacggtacct  gagaagaaag
481    ccccggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  ggggcaagcg  ttgtccggaa
541    ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggct  aattaagtct  ggtgtttaat  cccggagctc
601    aactccgggt  cgcacgggaa  actggttggc  ttgagtacag  aagaggaaag  tggaattcca
661    cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cgactttctg
721    ggctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag  ataccctggt
781    agtccacgcc  gtaaacgatg  aatgctaggt  gttaggggtt  tcgataccct  tggtgccgaa
841    gttaacacat  taagcattcc  gcctggggag  tacggtcgca  agactgaaac  tcaaaggaat
901    tgacggggac  ccgcacaagc  agtggagtat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc
961    ttaccaggtc  ttgacatccc  tctgaccgct  ctagagatag  ggctttcctt  cgggacagag
1021   gagacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt  taagtcccgc
1081   aacgagcgca  acccttgatc  ttagttgcca  gcaggttaag  ctgggcactc  taggatgact
1141   gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct
1201   gggctacaca  cgtactacaa  tggccgatac  aacgggaagc  gaaaccgcga  ggtggagcga
1261   atcctatcaa  agtcggtctc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc  atgaagtcgg
1321   aattgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggt  cttgtacaca
1381   ccgcccgtca  caccacgaga  gtttacaaca  cccgaagccg  gtggggtaac  ccgcaaggga
1441   gctagccgtc  gaaggtgggg  tagatgattg  gggtgaagtc  gtaacaaggt  agccgtatcg
1501   gaaggtgcgg  ctg
```

516. *Paenibacillus agaridevorans*（食琼脂类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-4。*Paenibacillus agaridevorans* Uetanabaro et al.，2003，sp. nov.（食琼脂类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**65 = CIP 107436 = DSM 1355。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ345023。**★种名释意：***agaridevorans* 中 *agarum* 为琼脂之意，*devorans* 为食之意，故中文名称为食琼脂类芽胞杆菌（N.L. n. *agarum*，agar；L. part. adj. *devorans*，consuming，

devouring；N.L. part. adj. *agaridevorans*，agar-devouring）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 65T 从墨西哥帕里库廷火山土中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（0.6～0.8）μm ×（2～5）μm］，能运动，12 h 时细胞革兰氏染色可变，38 h 时细胞为革兰氏阴性。芽胞为椭圆形，大多数胞囊不膨大。琼脂培养基上，菌落陷入培养基中，琼脂无融化现象。蛋白胨或脲酶琼脂培养基上，菌落白色、圆形、边缘整齐，矿物质/葡萄糖/酵母提取物培养基上无色素产生。**★生理特性：**蛋白胨抑制生长。嗜温。厌氧生长、pH 5～7 及在 5% NaCl 上生长，最高生长温度为 35℃。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶反应为阳性。能水解右旋糖酐、马尿酸和七叶苷。能利用琼脂和葡萄糖发酵产酸，氨肽酶、V-P 反应、硝酸盐还原酶、脲酶、卵黄卵磷脂、DNA 酶、赖氨酸脱羧酶、酪氨酸降解、苯丙氨酸脱氨基、吲哚产生、二羟基丙酮、糊精晶体、厌氧硝酸盐产气、石蕊牛奶碱或酸的产生、亚甲蓝反应、明胶、耐溶菌酶液化和月桂基硫酸钠反应为阴性。不能水解淀粉、聚-β-羟丁酸、酪蛋白、果胶、吐温 80 和几丁质。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 50 mol%～52 mol%。该菌株与类芽胞杆菌属的 16S rRNA 同源性低于 97.8%，DNA-DNA 杂交关联度低于 35%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       ggctcaggac  gaacgctggc  ggcgtgccta  atacatgcaa  gtcgagcgga  gttgatgagg
61      tgcttgcacc  tctgatgctt  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtaggta  acctgcccga
121     cagaccggga  taacattcgg  aaacgaatgc  taataccgga  tacgcgattt  ggtcgcatgg
181     ccgaatcggg  aaagacggag  caatctgtca  ctgttggatg  gacctgcggc  gcattagcta
241     gttggtgagg  taacggctca  ccaaggcgac  gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgatcgg
301     ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag  ggaatcttcc
361     gcaatgggcg  aaagcctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagtg  atgaaggttt  tcggatcgta
421     aagctctgtt  gccagggaag  aacgcttggg  agagtaactg  ctcccaaggt  gacggtacct
481     gagaagaaag  ccccggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  ggggcaagcg
541     ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggtt  cattaagtct  ggtgtttaag
601     gctggggctc  aaccctggtt  cgcactggaa  actggtggac  ttgagtgcag  aagaggaaag
661     tggaattcca  cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg
721     cgactttctg  ggctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag
781     ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  aatgctaggt  gttaggggtt  tcgataccct
841     tggtgccgaa  gttaacacat  taagcattcc  gcctggggag  tacggtcgca  agactgaaac
901     tcaaaggaat  tgacggggac  ccgcacaagc  agtggagtat  gtggtttaat  tcgaagcaac
961     gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatccc  tctgaccgtc  ctagagatag  ggctttcctt
1021    cgggacagag  gagacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt
1081    taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgatc  ttagttgcca  gcatttcgga  tgggcactct
1141    aaggtgactg  ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc  atctagcccc
1201    ttatgacctg  ggctacacac  gtactacaat  ggccagtaca  acgggaagcg  aaaccgcgag
1261    gtggagccaa  tcctatcaaa  gctggtctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca
1321    tgaagtcgga  attgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggtc
1381    ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  tttacaacac  ccgaagtcgg  tggggtaacc
1441    cgcaagggag  ccagccgccg  aaggtgggta  gatgattggg  gtgaagtcgt  aacaaggtag
1501    ccgtatcgg
```

517. *Paenibacillus alginolyticus*（解藻酸类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-5。*Paenibacillus alginolyticus*（Nakamura，1987）Shida et al.，1997，comb. nov.（解藻酸类芽胞杆菌）= *Bacillus alginolyticus* Nakamura，1987，sp. nov.。**★模式菌株：**HSCC 175 = ATCC 51185 = CFBP 4264 = CIP 103122 = DSM 5050 = IFO（now NBRC）15375 = JCM 9068 = LMG 18039= NCIMB 12517 = NRRL NRS-1347。**★16S rRNA 基因序列号：**AB073362。**★种名释意：***alginolyticus* 中 *alginicum* 为海藻酸之意，*lutikos* 为溶解、降解之意，故其中文名称为解藻酸类芽胞杆菌（N.L. n. *acidum alginicum*，alginic acid；Gr. adj. *lutikos*，dissolving；N.L. masc. adj. *alginolyticus*，alginic acid dissolving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NRRL NRS-1347^T 从土壤中分离得到。**★形态特征：**细胞杆状 [（0.5～1.0）μm ×（4.0～6.0）μm]、革兰氏阳性、能运动、好氧、单生或短链状生长，形成芽胞、椭球形、胞囊膨大。28℃培养 3 d 后形成的菌落直径为 1.0～2.0 mm、无色素、透明、光滑、圆形、全缘。**★生理特性：**生长的 pH 为 5.6 或 5.7，在含 0.001% 溶菌酶中菌株能生长；在 3% NaCl 溶液中菌株的生长受到抑制；最适生长温度是 28～30℃；最高生长温度是 35～40℃；最低生长温度是 5～10℃。**★化学特性：**过氧化氢酶为阳性；氧化酶为阴性；不产吲哚和 H_2S；V-P 反应为阴性；V-P 培养基上培养 7 d 后 pH 高于 5.5；硝酸盐不能还原成亚硝酸盐；能水解海藻酸钠、淀粉、吐温 80 和脲酶；不能水解酪蛋白、蛋黄卵磷脂和酪氨酸；不能降解精氨酸、赖氨酸和鸟氨酸；能利用柠檬酸盐、乙酸盐、富马酸盐、苹果酸盐和琥珀酸盐。利用下列化合物产酸不产气：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、蜜二糖、L-鼠李糖、D-核糖、水杨苷、蔗糖、海藻糖和 D-木糖。不能发酵山梨醇。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 47 mol%～49 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，6 个 *Bacillus* 种类与 *P. lautus* 的同源性均高于 97.1%，因此将它们重分类为 *Paenibacillus* 的成员。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     caggacgaac  gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg  agcgggttta  cccttcgggg
61    taagctagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  taggtaacct  gcctataaga  tcgggataac
121   tatcggaaac  gatagctaag  accggataan  tggttttctc  gcatgagaga  antatgaaac
181   acggagcaat  ctgtggctta  tagatgggcc  tgcggcgcat  tagctagttg  gtagggtaac
241   ggcctaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt  gaacggccac  actgggactg
301   agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  tcttccgcaa  tggacgcaag
361   tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgatga  aggttttcgg  atcgtaaagc  tctgttgccc
421   tagacgaaca  gcaaggagag  taactgctct  ttgtgtgacg  gtataggaga  agaaagcccc
481   ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg  caagcgttgt  ccggaattat
541   tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggtcaatt  aagttgggtg  tttaagcccg  gggctcaacc
601   ccggttcgca  tccaaaactg  gttgacttga  gtgtaggaga  ggaaagtgga  attccacgtg
661   tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcgac  tttctggcct
721   ataactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc
781   cacgccgtaa  acgatgcata  ctaggtgttg  gggattcgat  tcctcggtgc  cgaagttaac
841   acagtaagta  tgccgcctgg  ggagtacgct  cgcaagagtg  aaactcaaag  gaattgacgg
901   ggacccgcac  aagcagtgga  gtatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca
```

961　ggtcttgaca　tctgggtgta　agcactagag　atagtgcccc　tcttcggagc　acccaagaca
1021　ggtggtgcat　ggttgtcgtc　agctcgtgtc　gtgagatgtt　gggttaagtc　ccgcaacgag
1081　cgcaaccctt　gatcttagtt　gccagcactt　tgggtgggca　ctctaagatg　actgccggtg
1141　acaaaccgga　ggaaggtggg　gatgacgtca　aatcatcatg　ccccttatga　cctgggctac
1201　acacgtacta　caatggtcgg　tacaacggga　agcgaagccg　cgaggtggag　ccaatcctta
1261　naagccgatc　tcagttcgga　ttgcaggctg　caactcgcct　gcatgaagtc　ggaattgcta
1321　gtaatcgcgg　atcagcatgc　cgcggtgaat　acgttcccgg　gtcttgtaca　caccgcccgt
1381　cacaccacga　gagtttacaa　cacccgaagt　cggtggggta　acccgcaagg　gagccagccg
1441　ccgaaggtgg　ggtagatgat　tggggtgaag　tcgtaacaag　gtagccgtat　cggaagg

518. *Paenibacillus algorifonticola*（冷泉类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-6。*Paenibacillus algorifonticola* Tang et al.，2011，sp. nov.（冷泉类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**XJ259 = CGMCC 1.10223 = JCM 16598。**★16S rRNA 基因序列号：**GQ383922。**★种名释意：***algorifonticola* 中 *algor* 为冷之意，*fonticola* 为泉水之意，故中文名称为冷泉类芽胞杆菌[L. n. *algor*，the cold; L. n. *fons fontis*，a spring; L. suff. -*cola*（from L. masc. or fem. n. *incola*），an inhabitant of a place，a resident; N.L. n. *algorifonticola*，an inhabitant of a cold spring]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 XJ259[T] 从我国新疆维吾尔自治区冷泉中分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（0.7～1.0）μm ×（2.0～3.2）μm］，兼性厌氧，革兰氏阳性，借助周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，端生，胞囊膨大。TYGE 培养基上，菌落圆形、光滑、浅黄色。**★生理特性：**生长温度为 10～37℃（最适为 20～30℃），pH 7.0～8.0（最适 pH 7.3～7.8），耐盐性为 0～3%（w/v）NaCl（最适 0～1%）。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阳性，氧化酶反应为阴性。吐温 20、吐温 40、淀粉水解反应为阳性，吐温 80、柠檬酸盐、酪蛋白和明胶反应为阴性。硝酸还原、甲基红、V-P 反应、吲哚和 H_2S 产生为阴性，能利用 D-甘露糖、D-核糖、D-半乳糖、D-阿拉伯糖、D-果糖、棉籽糖、D-木糖、麦芽糖、蔗糖、乳糖、D-葡萄糖和甘露醇产酸、不能利用 L-山梨糖、肌醇、海藻糖或甘油产酸。能利用 α-环糊精、环糊精、糊精、熊果苷、纤维二糖、D-果糖、龙胆二糖、D-葡萄糖、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露糖、蜜二糖、D-阿洛酮糖和水杨苷作为唯一碳源和能源。**★化学特性：**细胞壁含有 *meso*-二氨基庚二酸和鼠李糖；主要呼吸醌为 MK-7；主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和两种未知磷脂；主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 47.0 mol%。菌株 XJ259[T] 与 *P. xinjiangensis* B538[T]、*P. glycanilyticus* DS-1[T]、*P. castaneae* Ch-32[T] 16S rRNA 序列同源性分别为 96.6%、96.3% 和 96.1%。16S rRNA 基因序列如下。

1　agagtttgat　cctggctcag　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc
61　ggagttgata　gagtgcttgc　actcttgatg　cttagcggcg　gacgggtgag　taacacgtag
121　gtaacctgcc　cgtaagactg　ggataacatt　cggaaacgaa　tgctaatacc　ggatacacaa
181　cttggtcgca　tgatcggagt　tgggaaagac　ggagcaatct　gtcacttacg　gatggacctg
241　cggcgcatta　gctagttggt　gaggtaacgg　ctcaccaagg　cgacgatgcg　tagccgacct
301　gagagggtga　tcggccacac　tgggactgag　acacggccca　gactcctacg　ggaggcagca
361　gtagggaatc　ttccgcaatg　gacgaaagtc　tgacggagca　acgccgcgtg　agtgatgaag

```
421   gttttcggat cgtaaagctc tgttgccagg gaagaacgct aaggagagta actgctcctt
481   aggtgacggt acctgagaag aaagccccgg ctaactacgt gccagcagcc gcggtaatac
541   gtagggggca agcgttgtcc ggaattattg ggcgtaaagc gcgcgcaggc ggccttgtaa
601   gtctgttgtt tcaggcacaa gctcaacttg tgttcgcaat ggaaactgca aagcttgagt
661   gcagaagagg aaagtggaat tccacgtgta gcggtgaaat gcgtagagat gtggaggaac
721   accagtggcg aaggcgactt tctgggctgt aactgacgct gaggcgcgaa agcgtgggga
781   gcaaacagga ttagataccc tggtagtcca cgccgtaaac gatgaatgct aggtgttagg
841   ggtttcgata cccttggtgc cgaagttaac acattaagca ttccgcctgg ggagtacggt
901   cgcaagactg aaactcaaag gaattgacgg ggacccgcac aagcagtgga gtatgtggtt
961   taattcgaag caacgcgaag aaccttacca ggtcttgaca tccctctgac cggtacagag
1021  atgtaccttt ccttcgggac agaggagaca ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc
1081  gtgagatgtt gggttaagtc ccgcaacgag cgcaaccctt gatcttagtt gccagcaggt
1141  agagctgggc actctaggat gactgccggt gacaaaccgg aggaaggtgg ggatgacgtc
1201  aaatcatcat gccccttatg acctgggcta cacacgtact acaatggccg atacaacggg
1261  aagcgaaacc gcgaggtgga gccaatccta tcaaagtcgg tctcagttcg gattgcaggc
1321  tgcaactcgc ctgcatgaag tcggaattgc tagtaatcgc ggatcagcat gccgcggtga
1381  atacgttccc gggtcttgta cacaccgccc gtcacaccac gagagtttac aacacccgaa
1441  gccggtgggg taaccgcaag gagccagccg tcgaaggtgg ggtagatgat tggggtgaag
1501  tcgtaacaag gtagccgta
```

519. *Paenibacillus alkaliterrae*（强碱土类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-7。*Paenibacillus alkaliterrae* Yoon et al.，2005，sp. nov.（强碱土类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**KSL-134 = DSM 17040 = KCTC 3956。**★16S rRNA 基因序列号：**AY960748。**★种名释意：***alkaliterrae* 中 *alkali* 为强碱之意，*terrae* 为土壤之意，故其中文名称为强碱土类芽胞杆菌[Arabic n. *alkali*（al-qaliy），the ashes of saltwort；L. gen. n. *terrae*，of the earth；N.L. gen. n. *alkaliterrae*，of high-pH soil]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 KSL-134^T 从韩国 Kwangchun 碱土分离而来。**★形态特征：**细胞好氧，杆状，大小为［（0.4～0.5）μm ×（1.5～3.0）μm］，革兰氏阳性。两倍稀释的 NA 培养基培养 5 d，菌落直径为 2.0～4.0 mm，圆形、象牙白色至轻微不规则、光滑、黏稠、有光泽、凸起。**★生理特性：**生长温度为 10～37℃（最适为 30℃），4℃和 38℃时不能生长，pH 7.0～9.5（最适为 7.5），pH 6.5 或者 10.0 时不能生长。对多黏菌素 B、青霉素 G、氯霉素、庆大霉素、新生霉素、四环素和卡那霉素具有敏感性，而对氨苄西林不敏感。**★生化特性：**七叶苷水解反应为阳性，吐温 20、吐温 40、吐温 60、次黄嘌呤和黄嘌呤反应为阴性。能利用 D-葡萄糖、D-果糖、D-半乳糖、D-纤维二糖、D-甘露糖、D-海藻糖、D-木糖、L-阿拉伯糖、蔗糖、麦芽糖和水杨苷，不能利用苯甲酸盐、丙酮酸盐、甲酸盐和 L-谷氨酸。精氨酸双、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶活性为阴性。API ZYM 分析表明，碱性磷酸酶、酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、β-葡萄糖醛酸酶、N-乙酰-β-葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶反应为阴性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖的特征二氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸；主要呼吸醌为

MK-7；主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 49.4 mol%。该菌株与 *P. nematophilus* 和 *P. agarexedens* 的 16S rRNA 同源性分别为 90.4%和 96.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc ggattaagcg tttcttcgga
61    aacgcctagt tagcggcgga cgggtgagta acacgtaggt aacctgcctg taagactggg
121   ataacattcg gaaacgaatg ctaataccgg atacgcgaat ggatcgcatg atcgattcgg
181   gaaagatgga gcaatctatc acttacagat ggacctgcgg cgcattagct ngttggtgag
241   gtaacggctc accaaggcga cgatgcgtag ccgacctgag agggtgatcg gccacactgg
301   gactgagaca cggcccagac tcctacggga ggcagcagta gggaatcttc cgcaatggac
361   gaaagtctga cggagcaacg ccgcgtgagt gaagaaggtt ttcggatcgt aaagctctgt
421   tgccagggaa gaatgcttgg gagagtaact gctctcaagg tgacggtacc tgagaagaaa
481   gccccggcta actacgtgcc agcagccgcg gtaatacgta gggggcaagc gttgtccgga
541   attattgggc gtaaagcgcg cgcaggcggc tgattaagtt cggtgtttaa tcctggggct
601   caaccccggg tcgcactgga aactggttgg cttgagtgca gaagaggaaa gtggaattcc
661   acgtgtagcg gtgaaatgcg tagagatgtg gaggaacacc agtggcgaag gcgactttct
721   gggctgtaac tgacgctgag gcgcgaaagc gtggggagca aacaggatta gataccctgg
781   tagtccacgc cgtaaacgat gaatgctagg tgtcaggggt ttcgataccc ttggtgccga
841   agttaacaca ttaagcattc cgcctgggga gtacggtcgc aagactgaaa ctcaaaggaa
901   ttgacgggga cccgcacaag cagtggagta tgtggtttaa ttcgaagcaa cgcgaagaac
961   cttaccaggt cttgacatcc ctctgaccgg tacagagatg tacctttcct tcgggacaga
1021  ggagacaggt ggtgcatggt tgtcgtcagc tcgtgtcgtg agatgttggg ttaagtcccg
1081  caacgagcgc aacccttgat cttagttgcc agcacttcaa ggtgggcact ctaggatgac
1141  tgccggtgac aaaccggagg aaggtgggga tgacgtcaaa tcatcatgcc ccttatgacc
1201  tgggctacac acgtactaca atggccgata caacgggaag cgaaaccgcg aggtggagcc
1261  aatcctatca aagtcggtct cagttcggat tgcaggctgc aactcgcctg catgaagtcg
1321  gaattgctag taatcgcgga tcagcatgcc gcggtgaata cgttcccggg tcttgtacac
1381  accgcccgtc acaccacgag agtttacaac acccgaagcc ggtggggtaa cccgcaaggg
1441  agctagccgt cgaaggtggg gtagatgatt ggggtgaagt cgtaacaagg tagccgtatc
1501  ggaaggtgc
```

520. *Paenibacillus alvei*（蜂房类芽胞杆菌）

【**种类编号**】3-57-8。*Paenibacillus alvei*（Cheshire and Cheyne 1885）Ash et al.，1994，comb. nov.（蜂房类芽胞杆菌）= *Bacillus alvei* Cheshire and Cheyne，1885。★**模式菌株**：ATCC 6344 = CCUG 1815 = CIP 66.18= DSM 29 = IFO（now NBRC）3343 = JCM 20131 = LMG 13253 = NCCB 48008= NRRL B-383= VKM B-502。★**16S rRNA 基因序列号**：AJ320491。★**种名释意**：*alvei* 为蜂房之意，故其中文名称为蜂房类芽胞杆菌（L. n. *alveus*，a beehive；L. gen. n. *alvei*，of a beehive）。

【**种类描述**】★**菌株来源**：该种的菌株最早分离自患欧洲腐烂病的蜜蜂幼虫，但它不是昆虫病原菌。其他菌株可以分离自蜂房及蜂房周围的土壤。★**形态特征**：菌落运动能力强，可以在琼脂平板上扩散。在琼脂平板上，游离的芽胞可以排成长串。★**生理特性**：兼性厌氧，但在厌氧条件下不能以硝酸盐作为电子受体。★**生化特性**：可由色氨酸产吲

哚，由甘油产二羟基丙酮。最基本的营养需求是几种氨基酸加上硫胺素或硫胺素和生物素。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45 mol%～47 mol%（T_m）。16S rRNA 基因序列如下。

1 ttgatcctgg ctcaggacga acgctggcgg cgtgcctaat acatgcaagt cgagcggact
61 tgatggagtg cttgcactcc tgatggttag cggcggacgg gtgagtaaca cgtaggtaac
121 ctgcccataa gactgggata acccacggaa acgtgagcta ataccagata ggcattttcc
181 tcgcatgagg ggaatgagaa aggcggagca atctgtcact tatggatgga cctgcggcgc
241 attagctagt tggtgaggta acggctcacc aaggcgacga tgcgtagccg acctgagagg
301 gtgatcggcc acactgggac tgagacacgg cccagactcc tacgggaggc agcagtaggg
361 aatcttccgc aatggacgaa agtctgacgg agcaacgccg cgtgagtgat gaaggttttc
421 ggatcgtaaa gctctgttgc cagggaagaa cgcctaggag agtaactgct cctagggtga
481 cggtacctga gaagaaagcc ccggctaact acgtgccagc agccgcggta atacgtaggg
541 ggcgagcgtt gtccggaatt attgggcgta aagcgcgcgc aggcggcaat gtaagttggg
601 tgtttaaacc tagggctcaa ccttgggtcg catccaaaac tgcatagctt gagtacagaa
661 gaagaaagtg gaattccacg tgtagcggtg aaatgcgtag agatgtggag gaacaccagt
721 ggcgaaggcg actttctggg ctgtaactga cgctgaggcg cgaaagcgtg gggagcaaac
781 aggattagat accctggtac tccacgccgt aaacgatgaa tgctaggtgt taggggtttc
841 gatacccttg gtgccgaagt taacacatta agcattccgc ctggggagta cggtcgcaag
901 actgaaactc aaaggaattg acggggaccc gcacaagcag tggagtatgt ggtttaattc
961 gaagcaacgc gaagaacctt accaggtctt gacatctgaa tgaccgccct agagataggg
1021 ctttccttcg ggacattcaa gacaggtggt gcatggttgt cgtcagctcg tgtcgtgaga
1081 tgttgggtta agtcccgcaa cgagcgcaac ccttaacttt agttgccagc attcagttgg
1141 gcactctaga gtgactgccg gtgacaaacc ggaggaaggt ggggatgacg tcaaatcatc
1201 atgcccctta tgacctgggc tacacacgta ctacaatggc tggtacaacg ggaagcgaag
1261 ccgcgaggtg gagccaatcc taaaaagcca gtctcagttc ggattgcagg ctgcaactcg
1321 cctgcatgaa gtcggaattg ctagtaatcg cggatcagca tgccgcggtg aatacgttcc
1381 cgggtcttgt acacaccgcc cgtcacacca cgagagttta caacacccga agtcggtgag
1441 gtaaccgcaa ggggccagcc gccgaaggtg ggtagatga ttggggtgaa gtcgtaacaa
1501 ggtagccgta tcggaaggtg cggctgg

521. *Paenibacillus amylolyticus*（解淀粉类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-9。*Paenibacillus amylolyticus*（Nakamura 1984）Ash et al.，1994，comb. nov.（解淀粉类芽胞杆菌）= *Bacillus amylolyticus*（ex Choukévitch，1911）Nakamura 1984，sp. nov.，nom. rev.。**★模式菌株：**HSCC 434 = ATCC 9995 = CCUG 28514 = CFBP 4261 = CIP 103117 = DSM 11730 = DSM 11747 = DSM 15211 = DSM 3034 = IFO（now NBRC）13625 = IFO（now NBRC）15957 = JCM 9906 = LMG 11153 = NRRL B-377 = NRRL B-14940= NRRL NRS-290。**★16S rRNA 基因序列号：**D85396。**★种名释意：***amylolyticus* 中 *amulon* 为淀粉之意，*lutikos* 为降解之意，故其中文名称为解淀粉类芽胞杆菌（Gr. n. *amulon*，starch；Gr. adj. *lutikos*，dissolving；N.L. masc. adj. *amylolyticus*，dissolving starch）。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株的来源不详，但该种在全球广泛分布。**★形态特**

征：细胞杆状［（0.7～0.9）μm×（3.0～5.0）μm］，革兰氏阳性，兼性厌氧，以周生鞭毛运动，形成芽胞，椭球形，胞囊膨大。菌落呈扁平、光滑、圆形和全缘。NA 培养基上无色素。**★生理特性：**生长的温度和 pH 分别是 10～40℃和 4.5～9.0；最适生长温度和 pH 分别为 37℃和 7.0；菌株在温度低于 10℃和高于 40℃时均不能生长；菌株在 NaCl 浓度为 2%时能生长；菌株在 NaCl 浓度为 5%、叠氮化钠浓度为 0.02%和溶菌酶浓度为 0.001%时生长受到抑制。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性；氧化酶为阴性；不产乙酰甲基甲醇；V-P 培养基上的 pH 为 5.2；不产 H_2S、吲哚、二羟基丙酮和卵磷脂；硝酸盐能被还原成亚硝酸盐；能水解酪蛋白、明胶、淀粉、吐温 20 和吐温 60（酪蛋白水解为弱阳性反应）；不能水解 DNA、吐温 80、尿素和马尿酸盐；不能降解酪氨酸；苯丙氨酸不能脱氨基。不能利用下列化合物：柠檬酸盐、丙酸盐、乙酸盐、富马酸盐、L-苹果酸盐、乳酸盐、琥珀酸盐、L-谷氨酸、L-天冬氨酸、藻酸盐、葡萄糖酸盐、α-酮戊二酸、丙二酸二乙酯和酒石酸。能利用硝酸盐和铵盐。利用下列化合物产酸不产气：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-果糖、D-半乳糖、麦芽糖、蔗糖、D-木糖、海藻糖、甘油、D-甘露醇、D-纤维二糖、D-核糖、水杨苷、D-甘露糖、蜜二糖、肌醇、菊糖和淀粉。利用下列化合物不产酸也不产气：乳糖、D-山梨醇、L-山梨糖、L-鼠李糖、棉籽糖和核糖。**★化学特性：**细胞的主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$；主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 46.3 mol%～46.6 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1 gagagtttgt cctggctcag gacgaacgct ggcggcatgc ctaatacatg caagtcgagc
61 ggacttgaag agaagcttgc ttctctgatg gttagcggcg gacgggtgag taacacgtag
121 gcaacctgcc ctcaagtttg ggacaactac cggaaacggt agctaatacc gaataattgt
181 tttcttcgcc tgaagnnaac tggaaagacg gagcaatctg tcacttgggg atgggcctgc
241 ggcgcattag ctagttggtg aggtaacggc tcaccaaggc gacgatgcgt agccgacctg
301 agagggtgat cggccacact gggactgaga cacggcccag actcctacgg gaggcagcag
361 tagggaatct tccgcaatgg gcgaaagcct gacggagcaa tgccgcgtga gtgatgaagg
421 ttttcggatc gtaaagctct gttgccaggg aagaacgctt gggagagtaa ctgctctcaa
481 ggtgacggta cctgagaaga aagccccggc taactacgtg ccagcagccg cggtaatacg
541 tagggggcaa gcgttgtccg gaattattgg gcgtaaagcg cgcgcaggcg gtcatttaag
601 tctggtgttt aatcccgggg ctcaaccccg gatcgcactg gaaactgggt gacttgagtg
661 cagaanagga gagtggaatt ccacgtgtag cggtgaaatg cgtanatatg tggaggaaca
721 ccagtggcga aggcgactct ctgggctgta actgacgctg aggcgcgaaa gcgtggggag
781 caaacaggat tagataccct ggtagtccac gccgtaaacg atgagtgcta ggtgttaggg
841 gtttcgatac ccttggtgcc gaagttaaca cattaagcac tccgcctggg gagtacggtc
901 gcaagactga aactcaaagg aattgacggg gacccgcaca agcagtggag tatgtggttt
961 aattcgaagc aacgcgaaga accttaccag gtcttgacat ccctctgatc gatgcagaga
1021 tgtatctttc cttcgggaca tacgagacag gtggtgcatg gttgtcgtca gctcgtgtcg
1081 tgagatgttg ggttaagtcc cgcaacgagc gcaaccctta tatttagttg ccagcacttc
1141 gggtgggcac tctagataga ctgccggtga caaaccggag gaaggtgggg atgacgtcaa
1201 atcatcatgc cccttatgac ctgggctaca cacgtactac aatggccggt acaacgggct
1261 gcgaaatcgc gagatggagc caatcccaac aaagccggtc tcagttcgga ttgcaggctg
1321 caactcgcct gcatgaagtc ggaattgcta gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat
1381 acgttcccgg gtcttgtaca caccgcccgt cacaccacga gagtttataa cacccgaagt

```
1441    cggtggggta  accgcaagga  gccagccgcc  gaaggtggga  tagatgattg  gggtgaagtc
1501    gtaacaag
```

522. *Paenibacillus anaericanus*（厌氧生类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-10。*Paenibacillus anaericanus* Horn et al.，2005，sp. nov.（厌氧生类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MH21 = ATCC BAA-844 = DSM 15890。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ318909。**★种名释意：***anaericanus* 中 *an* 为无之意，*aer* 为氧气之意，*ikanos* 为能力之意，故其中文名称为厌氧生类芽胞杆菌（Gr. pref. *an*，no，not；Gr. n. *aer aeros*，air；Gr. adj. *ikanos*，capable；N.L. masc. adj. *anaericanus*，capable of anaerobic growth）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MH21^T 从德国拜罗伊特花园土中收集的蚯蚓肠道分离而来。**★形态特征：**细胞大小为［（2.0～5.0）μm ×（0.5～1.0）μm］，革兰氏阴性，兼性好氧，运动，细胞壁三层，无外膜。细胞含有 *b*-型细胞细胞色素 b。芽胞椭圆形、端生至亚端生、菌落扁平、光滑、圆形、边缘整齐。**★生理特性：**生长温度为 5～40℃（最适为 30～35℃），生长 pH 为 5.8～8.6（最适为 7.7）。2% NaCl 时可生长，但 5%时不能生长。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶反应为阳性。葡萄糖发酵产甲酸、乙醇和乙酸。亚硝酸可被还原为 N_2O。有氧体条下，能利用阿拉伯糖、纤维二糖、壳多糖、果糖、葡萄糖、甘油、乳糖、麦芽糖、甘露醇、甘露糖、N-乙酰葡萄糖胺、棉籽糖、蔗糖、淀粉和木糖，不能利用 1-丁醇、1-丙醇、乙酸盐、丁酸盐、柠檬酸盐、乙醇、乙醇胺、富马酸盐、明胶、谷氨酸、乙醇酸、异丁酸、肌醇、菊糖、异戊酸盐、乳酸盐、草酸盐、果胶酸盐、丙酸盐、山梨醇、琥珀酸、酒石酸生长。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.6 mol%。该菌株与亲缘关系最相近菌 *P. borealis* 和 *P. chibensis* 的 16S rRNA 同源性低于 97%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61      ggagttgatg  aagtgcttgc  acctctgata  cttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag
121     gtaacctgcc  cgtaagactg  ggataactac  cggaaacggt  agctaatacc  ggataattta
181     ttttctcgca  tgagagaata  atgaaaggcg  gagcaatctg  ccacttacgg  atgggcctgc
241     ggcgcattag  ctagttggtg  aggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg
301     agagggtgaa  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag
361     tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg
421     ttttcggatc  gtaaagctct  gttgccaggg  aagaacgtcc  ggtagagtaa  ctgctaccgg
481     agtgacggta  cctgagaaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
541     tagggggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtcatttaag
601     tctggtgttt  aatcctgggg  ctcaaccccg  ggtcgcactg  gaaactgggt  ggcttgagta
661     cagaagagga  gagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagatatg  tggaggaaca
721     ccaggtggcg  aaggcgactc  tctgggctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga
781     gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgaatgct  aggtgttagg
841     ggtttcgata  cccttggtgc  cgaagttaac  acattaagca  ttccgcctgg  ggagtacggt
901     cgcaagactg  aaactcaaag  gaattgacgg  ggacccgcac  aggcagtgga  gtatgtggtt
961     taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tcccgatgca  aactctagag
1021    atagagtcct  tcttcggaac  attggagaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc
```

1081	gtgagatgtt	gggttaagtc	ccgcaacgag	cgcaaccctt	gatcttagtt	gccagcaggt
1141	taagctgggc	actctaaggt	gactgccggt	gacaaaccgg	aggaaggtgg	ggatgacgtc
1201	aaatcatcat	gccccttatg	acctgggcta	cacacgtact	acaatggctg	gtacaacggg
1261	aagcgaaacc	gcgaggtgga	gcgaatccta	aaaagccagt	ctcagttcgg	attgcaggct
1321	gcaactcgcc	tgcatgaagt	cggaattgct	agtaatcgcg	gatcagcatg	ccgcggtgaa
1381	tacgttcccg	ggtcttgtac	acaccgcccg	tcacaccacg	agagtttaca	acacccgaag
1441	tcggtgaggt	aaccgcaagg	agccagccgc	cgaaggtggg	gtagatgatt	ggggtgaagt
1501	cgtaacaagg	ta				

523. *Paenibacillus antarcticus*（南极类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-11。*Paenibacillus antarcticus* Montes et al.，2004，sp. nov.（南极类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**20CM = CECT 5836 = LMG 22078。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ605292。**★种名释意：***antarcticus* 意为模式菌株分离自南极，故其中文名称为南极类芽胞杆菌（L. masc. adj. *antarcticus*，southern，of the Antarctic environment，where the organism was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $20CM^T$ 从南极沉积物分离而来。**★形态特征：**细胞杆状（0.7 × 2.5 μm），可运动，革兰氏反应可变，兼性厌氧。芽胞端生或亚端生、胞囊膨大。TSA 培养基上菌落不产色素，圆形、轻微凸起、浅黄色。**★生理特性：**4～31℃可生长，0℃或 32℃时不能生长，最适生长温度为 10～15℃。**★生化特性：**氧化酶、过氧化氢酶、脲酶和甲基红反应为阳性。硝酸盐还原、V-P 反应、β-半乳糖苷、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸利用率、二羟基丙酮产生、吲哚产生、H_2S 产生、苯丙氨酸脱氨和色氨酸脱氨酶反应为阴性。七叶苷、淀粉和吐温 80 水解反应为阳性，酪蛋白、卵磷脂、明胶、DNA 或酪氨酸水解反应为阴性。能利用下列物质产酸：L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、甲基-β-D-木糖苷、半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、D-棉籽糖、淀粉、β-龙胆二糖和 D-松二糖。不能利用下列物质产酸：甘油、赤藓醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、阿东醇、L-山梨糖、鼠李糖、半乳醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、熊果苷、菊糖、松三糖、糖原、木糖醇、D-木糖、D-己酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿拉伯醇、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸钾或 5-酮基葡萄糖酸钾。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 55.32 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 $20CM^T$ 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus macquariensis* DSM 2^T 的同源性为 99.5%。但它们的 DNA-DNA 杂交关联度仅为 47%，因此，它们是不同的种。16S rRNA 基因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcggcatgc	ctaatacatg	caagtcgagc	ggagttgttt	tggaagcttg
61	cttccaaaac	aacttagcgg	cggacgggtg	agtaacacgt	aggtaacctg	cctataagac
121	tgggataact	accggaaacg	gtagctaata	ccggataatt	tgtttcttct	catgaagagg
181	cactgaaagg	cggagtaatc	tgccacttat	agatgggcct	gcggcgcatt	agctagttgg
241	tgaggtaacg	gctcaccaag	gcgacgatgc	gtagccgacc	tgagagggtg	aacggccaca
301	ctgggactga	gacacggccc	agactcctac	gggaggcagc	agtagggaat	cttccgcaat
361	ggacgaaagt	ctgacggagc	aatgccgcgt	gagtgatgaa	ggttttcgga	tcgtaaagct

```
421   ctgttgccag  ggaagaaygc  ttgggagagt  aactgctctc  aaggtgacgg  tacctgagaa
481   gaaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc  aagcgttgtc
541   cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggtcattta  agtctggtgt  ttaatcccgg
601   ggctcaaccc  cgggtcgcac  tggaaactgg  atgacttgag  tacagaagag  gagagtggaa
661   ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagata  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact
721   ctctgggctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc
781   ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttag  gggtttcgat  acccttggtg
841   ccgaagttaa  cacattaagc  actccgcctg  gggagtacgg  tcgcaagact  gaaactcaaa
901   ggaattgacg  gggacccgca  caagcagtgg  agtatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa
961   gaaccttacc  aggtcttgac  atccctctga  atccactaga  gatagtggcg  gccttcggga
1021  cagaggagac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt
1081  cccgcaacga  gcgcaaccct  tatatttagt  tgccagcaca  ttatggtggg  cactctagat
1141  agactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat
1201  gacctgggct  acacacgtac  tacaatggcc  ggtacaacgg  gctgcgaaat  cgcgagatgg
1261  agccaatccc  aacaaagccg  gtctcagttc  ggattgcagg  ctgcaacccg  cctgcatgaa
1321  gtcggaattg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc  cgggtcttgt
1381  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttta  caacacccga  agtcggtggg  gtaacccgca
1441  agggagccag  ccgccgaagg  tggggtagat  gattggggtg  aagtcgtaac  aaggtagccg
1501  tatcggaagg
```

524. *Paenibacillus apiaries*（蜜蜂类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-12。*Paenibacillus apiaries*（ex Katznelson，1955）Nakamura，1996，nom. rev.，comb. nov.（蜜蜂类芽胞杆菌）= *Bacillus apiarius* ex Katznelson，1955。**★模式菌株：**H. Katznelson BX3 = CIP 104902 = DSM 5581 = LMG 17433 = NRRL NRS-1438。**★16S rRNA 基因序列号：**AB073201。**★种名释意：***apiarus* 为蜜蜂之意，故其中文名称为蜜蜂类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *apiarus*，relating to bees）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NRRL NRS-1438^T 从蜜蜂蜂巢分离而来。**★形态特征：**细胞杆状［（0.7～0.8）μm×（3.0～5.0）μm］，可运动，革兰氏反应可变，兼性厌氧。芽胞矩形、胞囊膨大。TYG 培养基 28℃培养 24 h，菌落直径为 1.0 mm，不产色素、透明、薄、光滑、圆形、整齐。**★生理特性：**生长温度为 15～40℃（最适温度为 28℃），7% NaCl 时不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阳性，氧化酶反应为阴性。吲哚和 H_2S 产生反应为阴性。硝酸还原反应为阳性，淀粉、酪蛋白、酪氨酸和脲酶水解反应为阴性，吐温 80、蛋黄卵磷脂、赖氨酸、鸟氨酸、精氨酸、苯丙氨酸不能被降解。能利用柠檬酸盐，丙酸盐不被利用。能利用纤维二糖、D-半乳糖、D-甘露糖（弱）、蜜二糖、D-核糖（弱）、水杨苷、蔗糖和海藻糖产酸，不能利用 L-阿拉伯糖、D-果糖、乳糖、甘露醇、L-鼠李糖、山梨醇和 D-木糖发酵。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 52 mol%～54 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gatcatggct  caggacgaac  gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg  agcggagctg
61    acggagtgct  tgcactcctg  atgcttagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  taggtaacct
```

```
121   gcctgtgaga  ctgggataac  taccggaaac  ggtagctaat  accggatagn  cattttcctc
181   gcctgaggga  aatgggaaag  acggagcaat  ctgtcacttg  cagatggacc  tgcggcgcat
241   tagctagttg  gtggggtaac  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
301   gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa
361   tcttccgcaa  tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgatga  aggttttcgg
421   atcgtaaagc  tctgttgcca  gggaagaacg  ccagggagag  taactgctct  ctgggtgacg
481   gtacctgaga  agaaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg
541   caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggtgatgt  aagttgggtg
601   tttaaaccta  gggctcaacc  ttgggtcgca  tccaaaactg  catgacttga  gtacagaaga
661   ggaaagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg
721   cgaaggcgac  tttctgggct  gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag
781   gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgaatg  ctaggtgtta  ggggtttcga
841   tacccttggt  gccgaagtta  acacattaag  cattccgcct  ggggagtacg  gtcgcaagac
901   tgaaactcaa  aggaattgac  ggggacccgc  acaagcagtg  gagtatgtgg  tttaattcga
961   agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catccctctg  accgtcctag  agatagggct
1021  tcccttcggg  gcagaggaga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg
1081  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttaactttag  ttgccagcat  tgagttgggc
1141  actctagagt  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat
1201  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtact  acaatggctg  gtacaacggg  aagcgaagcc
1261  gcgaggtgaa  gccaatccta  aaaagccagt  ctcagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc
1321  tgcatgaagt  cggaattgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg
1381  ggtcttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttaca  acacccgaag  tcggtgaggt
1441  aaccgcaagg  agccagccgc  cgaaggtggg  gtagatgatt  ggggtgaagt  cgtaacaagg
1501  tagccgtatc  ggaaggtgcg  gctggatcac  c
```

525. *Paenibacillus assamensis*（阿萨姆类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-13。*Paenibacillus assamensis* Saha et al.，2005，sp. nov.（阿萨姆类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**GPTSA 11 = JCM 13186 = MTCC 6934。**★16S rRNA 基因序列号：**AY884046。**★种名释意：***assamensis* 意为模式菌株分离自印度阿萨姆，故其中文名称为阿萨姆类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *assamensis*，pertaining to Assam，a north-eastern state in India，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 GPTSA 11^T 分离于印度阿萨姆温泉水样品。**★形态特征：**革兰氏阳性菌或革兰氏染色可变，形成芽胞，细胞杆状［（0.5～0.6）μm ×（1.0～2.5）μm］，单个或成对出现，严格需氧，嗜中温；菌落呈现圆形、凸起、边缘无规则、亮黄至白色，以单菌落形式在平板上扩展；芽胞椭圆形、端生、胞囊膨大。**★生理特性：**生长的温度为 20～37℃，pH 为 6.8～12.0，盐浓度为 2.5%（w/v）。能在 0.001%溶解酶中生长，不能在 0.01%溶菌酶中生长。**★生化特性：**氧化酶、过氧化氢酶、白明胶酶和精氨酸双水解酶反应为阴性。DNA 酶、脲酶、苯丙氨酸脱氨酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶具有活性；产吲哚和硫化氢反应呈阴性，V-P 反应、硝酸盐还原反应、葡萄糖产气反应均呈阴性，甲基红试验呈阳性；不能利用乙酸、柠檬酸或丙酸；能水解淀粉、七叶苷和酪蛋白，不能水解酪氨酸、ONPG、吐温 20、吐温 40、吐温 80。由下列化合物产酸：D-葡萄糖、甘油、

龙胆二糖、糖原、D-麦芽糖、D-甘露糖、D-核糖。下列化合物弱产酸：苦杏仁糖、纤维二糖、蔗糖、海藻糖。下列化合物不能产酸：核糖醇、L-阿拉伯糖、D-阿拉伯糖、L-阿糖醇、熊果苷、D-乳糖、果糖、D-半乳糖、肌醇、菊糖、D-甘露醇、D-蜜二糖、D-松三糖、D-棉籽糖、L-鼠李糖、L-山梨糖、水杨苷、山梨醇、木糖醇或 D-木糖。**★化学特性：**主要脂肪酸为 $C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:1}\omega11c$、iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{16:1}\omega7c$；细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.2 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 GPTSA 11^T 与 *P. thiaminolyticus*、*P. popilliae*、*P. alvei*、*P. apiarius* 的同源性达 92.98%～95.85%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       taatacatgc  aagtcgagcg  gggttgatgg  agtgcttgca  ctcctgatgc  ctagcggcgg
61      acgggtgagt  aacacgtagg  caacctgcct  gtaagactgg  gataactacc  ggaaacggta
121     gctaataccg  gataggcttt  ttcctcacct  gagggagaag  agaaagacgg  agcaatctgt
181     cacttacaga  tgggcctgcg  gcgcattagc  tagttggtga  ggtaacggct  caccaaggcg
241     acgatgcgta  gccgacctga  gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga
301     ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt  ccgcaatgga  cgaaagtctg  acggagcaac
361     gccgcgtgag  tgatgaaggc  cttcgggtcg  taaagctctg  ttgccaagga  agaacagccg
421     agagagtaac  tgctctcgga  atgacggtac  ttgagaagaa  agccccggct  aactacgtgc
481     cagcagccgc  ggtaatacgt  agggggcaag  cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc
541     gcgcaggcgg  taatgtaagt  tgggtgttta  aggcaagggc  tcaacccttg  ttcgcaccca
601     aaactgcatc  acttgagtgc  agcagaggaa  agtggaattc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc
661     gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactttc  tgggctgtaa  ctgacgctga
721     ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga
781     tgaatgctag  gtgttagggg  tttcgatacc  cttggtgccg  aagttaacac  attaagcatt
841     ccgcctgggg  agtacggtcg  caagactgaa  actcaaagga  attgacgggg  acccgcacaa
901     gcagtggagt  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccaag  tcttgacatc
961     cttctgaccg  ctttagagat  agagcttccc  ttcggggcag  aagtgacagg  tggtgcatgg
1021    ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccctaa
1081    ttttagttgc  cagcatttag  ttgggcactc  taaagtgact  gccggtgaca  aaccggagaa
1141    aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgactt  gggctacaca  cgtactacaa
1201    tggtcggtac  aacgggatgc  gaagccgcga  ggtggagcta  atcctaaaaa  gccgatctca
1261    gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca  tgaagtcgga  attgctagta  atcgcggatc
1321    agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccggggc  ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag
1381    tttacaacac  ccgaagtcgg  tgaggtaacc  gcaaggagcc  agccgccaaa  ggtggggtag
1441    atgattgggg  tgaagtcgta  acaagg
```

526. *Paenibacillus azoreducens*（还原偶氮类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-14。*Paenibacillus azoreducens* Meehan et al.，2001，sp. nov.（还原偶氮类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CM1 = CIP 107224 = DSM 13822 = NCIMB 13761。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ272249。**★种名释意：***azoreducens* 中 *azo* 为氮（指偶氮染料）之意，*reducens* 为还原之意，故其中文名称为还原偶氮类芽胞杆菌（N.Gr. n. *azo*，a combining form meaning nitrogen；N.L. part. adj. *reducens*，reducing；N.L. part. adj. *azoreducens*，nitrogen-reducing，referring to the ability to decolorize azo dyes）。

【种类描述】★**菌株来源**：菌株 CM1^{T}分离于工业废水样品。★**形态特征**：革兰氏染色可变，兼性厌氧，细胞直杆状［（0.5～0.8）μm ×（3.0～6.0）μm］，通过周生鞭毛运动，肿胀的胞囊中形成椭圆形芽胞。含 5%葡萄糖的营养琼脂平板上，菌落呈现圆形、平滑、奶黄色，直径为 1.0～2.0 mm。★**生理特性**：生长温度为 10～50℃，最适生长温度为 37℃，最适生长的 pH 为 7.0，盐浓度为 5%（w/v）条件下不能生长。在含有溶菌素条件下生长。在 pH 为 5.0～6.0、0.001%溶解酶中能生长。★**生化特性**：V-P 反应的培养液的 pH 为 4.0～6.0，过氧化氢酶反应为阳性，氧化酶反应为阴性，不能产吲哚和羟基丙酮，产硫化氢。酪氨酸不被降解，柠檬酸盐不能被利用，硝酸盐不能还原为亚硝酸盐，能水解淀粉和分解明胶，不水解酪蛋白，石蕊牛奶中石蕊能被还原。下列化合物能产酸：半乳糖、D-果糖、七叶苷、麦芽糖、蜜二糖、蔗糖和 D-棉籽糖。下列化合物不能产酸：甘油、核糖、D-木糖、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、甘露醇、水杨苷、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖和淀粉。菌株能使偶氮染料完全脱色。★**化学特性**：主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（34%）。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 47.0 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 CM1^{T}与菌株 *P. chibensis* NRRL B-142^T、*P. illinoisensis* NRRL NRS-1356^{T}和 *P. macquariensis* NCTC 10419^{T}的同源性分别为 95.0%、94.6%和 94.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggctcaggac  gaacgctggc  ggcgtgccta  atacatgcaa  gtcgagcgga  cttgatgagg
61    agcttgctcc  tctgatggtt  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtaggca  acctgcctgc
121   aagaccggga  taactagcgg  aaacgttagc  taataccgga  taatttatcg  ctttgcatga
181   agcggtaatg  aaagacggag  caatctgtca  cttgcagatg  ggcctgcggc  gcattagcta
241   gttggtgagg  taacggctca  ccaaggcgac  gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgaacgg
301   ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag  ggaatcttcc
361   gcaatgggcg  aaagcctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagtg  atgaaggttt  tcggatcgta
421   aagctctgtt  gccagggaag  aacgaccgtt  agagtaactg  ctaacggagt  gacggtacct
481   gagaagaaag  ccccggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  ggggcaagcg
541   ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggtc  gcttaagtct  ggtgtttaag
601   gccaaggctc  aaccttggtt  cgcactggaa  actgggtgac  ttgagtgcag  aagaggagag
661   tggaattcca  cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg
721   cgactctctg  ggctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag
781   ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  aatgctaggt  gttaggggtt  tcgataccct
841   tggtgccgaa  gttaacacat  taagcattcc  gcctggggag  tacggtcgca  agactgaaac
901   tcaaaggaat  tgacggggac  ccgcacaagc  agtggagtat  gtggtttaat  tcgaagcaac
961   gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatccc  tctgaccggt  ctagagatag  acctttcctt
1021  cgggacagag  gagacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt
1081  taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgatt  ttagttgcca  gcactttaag  gtgggcactc
1141  tagaatgact  gccggtgaca  aaccggagga  aggcggggat  gacgtcaaat  catcatgccc
1201  cttatgacct  gggctacaca  cgtactacaa  tggccagtac  aacgggaagc  gaagtcgcga
1261  gatggagcca  atcctatcaa  agctggtctc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc
1321  atgaagtcgg  aattgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggt
1381  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttacaaca  cccgaagtcg  gtgaggtaac
1441  cgcaaggagc  cagccgccga  aggtggggta  gatgattggg  gtgaagtcgt  aacaaggtag
```

527. *Paenibacillus barcinonensis*（巴塞罗那类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-15。*Paenibacillus barcinonensis* Sánchez et al.，2005，sp. nov.（巴塞罗那类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BP-23 = CECT 7022 = DSM 15478。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ716019。**★种名释意：***barcinonensis* 意为模式菌株分离自西班牙巴塞罗那，故中文名称为巴塞罗那类芽胞杆菌（L. masc. adj. *barcinonensis*，pertaining to Barcino，of Barcino，the Roman name for Barcelona，the city in Spain where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BP-23^T 分离于西班牙埃布罗河三角洲水稻田样品。**★形态特征：**革兰氏染色为阳性，兼性厌氧，细胞杆状［（0.5～1.0）μm ×（1.5～4.5）μm］，严格需氧，芽胞椭圆形，端生，胞囊膨大。在营养琼脂 42℃生长 2 d，菌落呈现圆形或稍微不规则、淡黄色、直径 0.5 mm。在营养琼脂上没有产生色素。**★生理特性：**最高生长温度为 42℃，生长温度为 10～40℃（最适温度为 37℃），生长的 pH 为 5.0～10.4（最适 pH 为 7.0），盐浓度为 5%（w/v）条件下生长，在含有 0.001%溶菌素条件下生长。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阳性，氧化酶反应为阴性，脲酶不具活性，不产 3-羟基丁酮，硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐，V-P 反应的 pH 为 4.0～7.0，能水解明胶，不能水解淀粉和酪蛋白，柠檬酸盐和丙酸不能被利用。下列化合物产酸：甘油、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、甲基-β-木糖苷、半乳糖、葡萄糖、果糖、D-甘露糖、甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁糖、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、D-棉籽糖、β-龙胆二糖、D-松二糖和葡萄糖酸。下列化合物不能产酸：赤藓糖醇、L-木糖、核糖醇、L-山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、山梨糖醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、菊糖、松三糖、淀粉、糖原、D-木糖醇、木糖、D-己酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:1}$ω11c、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:0}$；主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和两种未知氨基磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45.0 mol%，16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 BP-23^T 与 *P. illinoisensis* D85397、*P. pabuli* X60630 和 *P. amylolyticus* D85396 的同源性分别为 97.4%、97.1%和 96.9%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 BP-23^T 与 *P. illinoisensis*、*P. pabuli* 和 *P. amylolyticu* 杂交关联度分别为 32.7%、31.6%和 23.0%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     aacgctggcg  gcatgcctaa  tacatgcaag  tcgagcggac  ttgaagagaa  gcttgcttct
61    ctgatggtta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtaggcaa  cctgccctca  agcttgggac
121   aactaccgga  aacggtagct  aataccgaat  acttgttttc  ttcgcctgaa  gagaactgga
181   aagacggagc  aatctgtcac  ttgaggatgg  gcctgcggcg  cattagctag  ttggtgaggt
241   aacggctcac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga
301   ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg  caatgggcga
361   aagcctgacg  gagcaatgcc  gcgtgagtga  tgaaggtttt  cggatcgtaa  agctctgttg
421   ccagggaaga  acgcttggga  gagtaactgc  tcccaaggtg  acggtacctg  agaagaaagc
481   cccggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  gggcaagcgt  tgtccggaat
541   tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggtca  tgtaagtctg  gtgtttaatc  ccggggctca
601   accccggatc  gcactggaaa  ctgggtgact  tgagtgcaga  agaggagagt  ggaattccac
661   gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc  gactctctgg
```

721	gctgtaactg	acgctgaggc	gcgaaagcgt	ggggagcaaa	caggattaga	taccctggta
781	gtccacgccg	taaacgatga	atgctaggtg	ttaggggttt	cgataccctt	ggtgccgaag
841	ttaacacatt	aagcattccg	cctggggagt	acggtcgcaa	gactgaaact	caaaggaatt
901	gacggggacc	cgcacaagca	gtggagtatg	tggtttaatt	cgaagcaacg	cgaagaacct
961	taccaggtct	tgacatccaa	ctaacgaggt	agagatacgt	taggtgccct	tcggggaaag
1021	ttgagacagg	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt	gagatgttgg	gttaagtccc
1081	gcaacgagcg	caacccttga	tcttagttgc	cagcatttcg	gatgggcact	ctaaggtgac
1141	tgccggtgac	aaaccggagg	aaggtgggga	tgacgtcaaa	tcatcatgcc	ccttatgacc
1201	tgggctacac	acgtactaca	atggccggta	caacgggcag	tgaaaccgcg	aggtggaacg
1261	aatcctaaaa	agccggtctc	agttcggatt	gcaggctgca	actcgcctgc	atgaagtcgg
1321	aattgctagt	aatcgcggat	cagcatgccg	cggtgaatac	gttcccgggt	cttgtacaca
1381	ccgcccgtca	caccacgaga	gtttataaca	cccgaagtcg	gtggggtaac	cgcaaggagc
1441	cagccgccga	aggtgggata	gatgattggg	gtgaagtcgt	aacaaggtag	ccgtatcgga
1501	aggtgcggct	ggatcacctc	ttt			

528. *Paenibacillus barengoltzii*（巴伦氏类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-16。*Paenibacillus barengoltzii* Osman et al.，2006，sp. nov.（巴伦氏类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SAFN-016 = ATCC BAA-1209 = NBRC 101215。**16S rRNA 基因序列号：**AY167814。**★种名释意：***barengoltzii* 意为 Barengoltz，旨在纪念美国物理学家 Jack Barengoltz，故中文名称为巴伦氏类芽胞杆菌（N.L. gen. n. *barengoltzii*，of Barengoltz，referring to Jack Barengoltz，a well-known American physicist and NASA planentary protection scientist）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SAFN-016^T 分离于美国加利福尼亚州的帕萨迪纳干净的房间地面灰尘样品。**★形态特征：**革兰氏染色为阳性，细胞直杆状［(0.5～0.8) μm ×（3.0～5.0）μm］，严格需氧，靠周生鞭毛运动，肿胀的胞囊形成椭圆形芽胞。菌落呈现圆形、平滑、褐黄色。在营养琼脂上没有产生色素。**★生理特性：**最高生长温度为 42℃，生长温度为 10～50℃（最适温度为 37℃），生长的 pH 为 4.5～9.0（最适 pH 为 7.0），盐浓度为 2%（w/v）条件下生长，盐浓度为 5%（w/v）条件下不能生长，在含有 0.001%溶菌素条件下生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶反应为阳性，产 3-羟基丁酮，不产硫化氢和吲哚，硝酸盐被还原为亚硝酸盐，明胶不分解，能水解七叶素，产 β-半乳糖苷酶。碳代谢试验显示只有葡萄糖酸盐能被利用。D-葡萄糖不产酸。**★分子特性：**16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 SAFN-016^T 与 *P. timonensis* CCUG 48216^T 的同源性为 98%，与 *P. macerans* NRRL B-172^T 的同源性为 97%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 SAFN-016^T 与 *P. timonensis* CCUG 48216^T 和 *P. macerans* NRRL B-172^T 的关联度约为 38%。16S rRNA 基因序列如下。

1	agcggcggac	gggtgagtaa	cacgtaggca	acctgcccgt	aagactggga	taactaccgg
61	aaacggtagc	taataccgga	tacgcaagtc	tctcgcatga	ggggcttggg	aaaggcggag
121	caatctgtca	cttacggatg	ggcctgcggc	gcattagcta	gttggtgggg	taacggctca
181	ccaaggcgac	gatgcgtagc	cgacctgaga	gggtgaacgg	ccacactggg	actgagacac
241	ggcccagact	cctacgggag	gcagcagtag	ggaatcttcc	gcaatggacg	aaagtctgac

```
301   ggagcaacgc  cgcgtgagtg  atgaaggttt  tcggatcgta  aagctctgtt  gccagggaag
361   aacgtccgtt  agagtaactg  ctaacggagt  gacggtacct  gagaagaaag  ccccggctaa
421   ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  ggggcgagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg
481   taaagcgcgc  gcaggcggct  gtttaagtct  ggtgtttaat  cctggggctc  aaccccgggt
541   cgcactggaa  actgggcagc  ttgagtgcag  aagaggagag  tggaattcca  cgtgtagcgg
601   tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cgactctctg  ggctgtaact
661   gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc
721   gtaaacgatg  aatgctaggt  gttaggggtt  tcgataccct  tggtgccgaa  gttaacacat
781   taagcattcc  gcctggggag  tacggccgca  aggctgaaac  tcaaaggaat  tgacggggac
841   ccgcacaagc  agtggagtat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc
901   ttgacatccc  cctgaccggt  acagagatgt  acctttcctt  cgggacaggg  gagacaggtg
961   gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca
1021  acccttgact  ttagttgcca  gcaagtaagg  ttgggcactc  tagagtgact  gccggtgaca
1081  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct  gggctacaca
1141  cgtactacaa  tggccggtac  aacgggaagc  gaaggagcga  tctggagcga  atcctttaaa
1201  gccggtctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca  tgaagtcgga  attgctagta
1261  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggtc  ttgtacacac  cgcccgtcac
1321  accacgagag  tttacaaca
```

529. *Paenibacillus beijingensis*（北京类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-17。*Paenibacillus beijingensis* Gao et al.，2012，sp. nov.（北京类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**7188 = ACCC 03082 = DSM 24997。**★16S rRNA 基因序列号：**JN408292。**★种名释意：***beijingensis* 意为模式菌株分离自我国北京，故中文名称为北京类芽胞杆菌（bei. jing. en′sis N.L. masc. adj. *beijingensis* Beijing in China，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 7188^T 分离自我国北京枣树根系土壤样品。**★形态特征：**营养细胞革兰氏阳性，短杆状［（0.6～0.8）μm ×（1.6～3.3）μm］，可运动，好氧，能固氮。芽胞椭圆形，端生。在 ACCC55 琼脂平板上于 30℃培养 48 h 后，菌落呈圆形、凸起、白色、光滑、边缘整齐、直径 1.5～2.0 mm。**★生理特性：**生长温度为 4～40℃，最适生长温度为 30℃；生长的 pH 为 6.0～12.0，最适 pH 为 7.0；生长 NaCl 浓度为 0～1%（w/v）；0.001%溶菌酶条件下不生长。**★生化特性：**能水解淀粉和酪蛋白。产吲哚。能由甘油产二羟基丙酮。过氧化氢酶和氧化酶为阴性，V-P 反应、甲基红反应、硝酸盐还原、水解明胶、柠檬酸利用和苯丙氨酸脱氢酶为阴性。API 50CHB 分析结果表明，能由下列物质产酸：L-阿拉伯糖、D-木糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、D-甘露醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、D-纤维二糖、D-麦芽糖、D-蜜二糖、D-蔗糖、D-海藻糖、菊糖、D-松三糖、D-棉籽糖、美沙酮、糖原、苦杏仁糖、D-松二糖；但不能由其他物质产酸。能利用下列物质作为唯一碳源或氮源：纤维二糖、葡萄糖、DL-苹果酸钠、阿拉伯糖、甘露醇、谷氨酸、环糊精、肌苷、丙氨酸、鼠李糖、山梨醇、木糖醇、半乳糖、羟脯氨酸、核糖、蔗糖和肌醇。不能利用下列物质作为唯一碳源或氮源：果糖、木糖、琥珀酸、棉籽糖、海藻糖、

苯丙氨酸、甘氨酸、苏氨酸、半乳糖醛酸、鸟苷、柠檬酸钾。API ZYM 分析结果表明，下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶。下列酶活性为阴性：酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-半乳糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。★**化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 $C_{16:0}$；主要呼吸醌是 MK-7，主要的极性脂包括二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油和一种未知磷脂。细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 60.3 mol%。系统发育分析结果表明，菌株 7188^T 与 *Paenibacillus* 种类的 16S rRNA 基因序列同源性均低于 96%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61     ggacttgaag  ggagcttgct  cccggatagt  tagcggcgga  cgggtgagaa  acacgtaggc
121    aacctgcctg  taagaccggg  ataaccttcg  gaaacgaaag  ctaataccgg  ataagcggtt
181    cctttgcata  gaggaatcgg  gaaagacggc  gcaagctgtc  acttgcagat  gggcctgcgg
241    cgcattagct  agttggtggg  gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag
301    agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta
361    gggaatcttc  cgcaatggac  gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagt  gaggaaggcc
421    ttcgggtcgt  aaagctctgt  tgccagggaa  gaatgtcgtg  gagagtaact  gctctgcgaa
481    tgacggtacc  tgagaagaaa  gccccggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta
541    gggggcaagc  gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggc  tttgtaagtc
601    tggtgtttaa  ccctcgggct  caacctgagg  tcgcatcgga  aactgcaagg  cttgagtgca
661    gaagaggaaa  gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagaggtgtg  gaggaacacc
721    agtggcgaag  gcgactttct  gggctgtaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc  gtggggagca
781    aacaggatta  gataccctgg  tagtacacgc  cgtaaacgat  gaatgctagg  tgttaggggt
841    ttcgataccc  ttggtgccga  agttaacaca  gtaagcattc  cgcctgggga  gtacgctcgc
901    aagagtgaaa  ctcaaaggaa  ttgacgggga  cccgcacaag  cagtggagta  tgtggtttaa
961    ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  ccctgaatcc  gctagagata
1021   gcggcggcct  tcgggacagg  ggagacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg
1081   agatgttggg  ttaagtcccg  caacgagcgc  aacccttagg  ttcagttgcc  agcacgtagt
1141   ggtgggcact  ctgaaacgac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa
1201   tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac  acgtactgca  atggccggta  caacgggccg
1261   cgaagccgcg  aggcggagcc  aatcctataa  agccggtctc  agttcggatt  gcaggctgca
1321   actcgcctgc  atgaagtcgg  aattgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac
1381   gttcccgggt  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttacaaca  cccgaagtcg
1441   gtggggtaac  cgcaaggagc  cagccgccga  aggtggggta  gatgattggg  gtgaagtcgt
1501   aacaaggtaa  ccgta
```

530. *Paenibacillus beijingensis*（北京类芽胞杆菌）

【**种类编号**】3-57-18。*Paenibacillus beijingensis* Wang et al.，2013，sp. nov.（北京类芽胞杆菌）。★**模式菌株：**BJ-18 = DSM25425 = CGMCC 1.12045。★**16S rRNA 基因序列号：**JN873139。★**种名释意：***beijingensis* 意为模式菌株分离自我国北京，故中文名称为

北京类芽胞杆菌（bei.jing.en′sis. N.L. masc.adj. *beijingensis*，of Beijing，where the type strain was isolated）。由于出现异种同名的情况，此种名必须更改。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BJ-18^{T} 分离于我国北京小麦根系土壤样品。**★形态特征：**革兰氏阴性菌，细胞直杆状［（0.4～0.9）μm ×（2.0～2.9）μm］，可运动，肿胀的胞囊中心或端生椭圆形芽胞。在 LD 琼脂平板上，菌落呈圆形、凸起、奶白色、直径 1.0～2.0 mm。生长温度为 10～45℃，最适生长温度为 30℃，生长的 pH 为 5.0～8.0，最适 pH 为 7.0～7.2，能在盐浓度为 3%（w/v）、0.001%溶菌酶条件下生长。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阳性，氧化酶反应为阴性，V-P 和甲基红反应为阳性，硝酸盐能还原为亚硝酸盐，能水解淀粉和明胶，不能水解酪蛋白，能产 β-半乳糖苷酶和脲酶，不能产精氨酸双水解酶、苯丙氨酸脱氨酶和吲哚。能利用下列碳水化合物：L-阿拉伯糖、D-甘露糖、D-木糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-海藻糖、D-蔗糖、甘油、麦芽糖、果糖、L-鼠李糖、D-棉籽糖、菊糖、D-乳糖、D-核糖、葡萄糖酸钠钾、N-乙酰葡萄糖胺、琥珀酸钠、柠檬酸钠和苹果酸钠。不能利用下列碳水化合物：D-山梨糖醇、L-山梨糖、甘露醇、肌醇和肌酸。下列化合物能产酸：D-甘露糖、D-半乳糖、D-山梨醇、D-葡萄糖、D-蔗糖、甘油、麦芽糖、D-果糖、D-棉籽糖、D-乳糖和菊糖。下列化合物不能产酸：L-阿拉伯糖、D-木糖、D-果糖、D-山梨糖醇、L-山梨糖、L-鼠李糖、甘露醇、D-核糖、肌醇、肌酸、葡萄糖酸钠、N-乙酰葡萄糖胺、苹果酸、琥珀酸钠或柠檬酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-C$_{15:0}$；主要呼吸醌是 MK-7，主要的极性脂包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、甲基乙醇胺和磷脂酰乙醇胺。细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45.8 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 BJ-18^{T} 与 *P. peoriae* DSM 8320^{T}、*P. jamilae* DSM 13815^{T}、*P. brasilensis* DSM 13188^{T}、*P. polymyxa* DSM 36^{T}、*P. terrae* DSM 15891^{T} 和 *P. kribbensis* JCM 11465^{T} 的同源性分别为 98.8%、98.7%、98.6%、98.5%、98.4%和 97.8%。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 BJ-18^{T} 与 *P. peoriae* DSM 8320^{T}、*P. jamilae* DSM 13815^{T}、*P. brasiliensis* DSM 13188^{T}、*P. polymyxa* DSM 36^{T}、*P. kribbensis* JCM 11465^{T} 和 *P. terrae* DSM 15891^{T} 的关联度分别为（43.6±2.7）%、（34.2±5.3）%、（47.9±6.6）%、（36.8±3.5）%、（27.4±4.3）%和（23.6±4.1）%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      agagtttgat   cctggctcag   gacgaacgct   ggcggcgtgc   ctaatacatg   caagtcgagc
61     ggacttgaag   ggagcttgct   cccggatagt   tagcggcgga   cgggtgagaa   acacgtaggc
121    aacctgcctg   taagaccggg   ataaccttcg   gaaacgaaag   ctaataccgg   ataagcggtt
181    cctttgcata   gaggaatcgg   gaaagacggc   gcaagctgtc   acttgcagat   gggcctgcgg
241    cgcattagct   agttggtggg   gtaacggctc   accaaggcga   cgatgcgtag   ccgacctgag
301    agggtgatcg   gccacactgg   gactgagaca   cggcccagac   tcctacggga   ggcagcagta
361    gggaatcttc   cgcaatggac   gaaagtctga   cggagcaacg   ccgcgtgagt   gaggaaggcc
421    ttcgggtcgt   aaagctctgt   tgccagggaa   gaatgtcgtg   gagagtaact   gctctgcgaa
481    tgacggtacc   tgagaagaaa   gccccggcta   actacgtgcc   agcagccgcg   gtaatacgta
541    gggggcaagc   gttgtccgga   attattgggc   gtaaagcgcg   cgcaggcggc   tttgtaagtc
601    tggtgtttaa   ccctcgggct   caacctgagg   tcgcatcgga   aactgcaagg   cttgagtgca
661    gaagaggaaa   gtggaattcc   acgtgtagcg   gtgaaatgcg   tagaggtgtg   gaggaacacc
721    agtggcgaag   gcgactttct   gggctgtaac   tgacgctgag   gcgcgaaagc   gtggggagca
```

781	aacaggatta	gataccctgg	tagtacacgc	cgtaaacgat	gaatgctagg	tgttaggggt
841	ttcgataccc	ttggtgccga	agttaacaca	gtaagcattc	cgcctgggga	gtacgctcgc
901	aagagtgaaa	ctcaaaggaa	ttgacgggga	cccgcacaag	cagtggagta	tgtggtttaa
961	ttcgaagcaa	cgcgaagaac	cttaccaggt	cttgacatcc	ccctgaatcc	gctagagata
1021	gcggcggcct	tcgggacagg	ggagacaggt	ggtgcatggt	tgtcgtcagc	tcgtgtcgtg
1081	agatgttggg	ttaagtcccg	caacgagcgc	aacccttagg	ttcagttgcc	agcacgtagt
1141	ggtgggcact	ctgaaacgac	tgccggtgac	aaaccggagg	aaggtgggga	tgacgtcaaa
1201	tcatcatgcc	ccttatgacc	tgggctacac	acgtactgca	atggccggta	caacgggccg
1261	cgaagccgcg	aggcggagcc	aatcctataa	agccggtctc	agttcggatt	gcaggctgca
1321	actcgcctgc	atgaagtcgg	aattgctagt	aatcgcggat	cagcatgccg	cggtgaatac
1381	gttcccgggt	cttgtacaca	ccgcccgtca	caccacgaga	gtttacaaca	cccgaagtcg
1441	gtggggtaac	cgcaaggagc	cagccgccga	aggtggggta	gatgattggg	gtgaagtcgt
1501	aacaaggtaa	ccgta				

531. *Paenibacillus borealis*（北风类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-19。*Paenibacillus borealis* Elo et al.，2001，sp. nov.（北风类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**KK19 = CCUG 43137 = CIP 107056 = DSM 13188。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ011322。**★种名释意：***borealis* 为北风之意，故中文名称为北风类芽胞杆菌 [L. masc. adj. *borealis*，pertaining to the north（wind）boreal]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 KK19^T 分离于芬兰挪威云杉森林的腐殖酸及桦树和红狐茅根表面土壤。**★形态特征：**革兰氏阴性菌，兼性厌氧，细胞直杆状［(0.7～1.0) μm ×（3.0～5.0）μm］，可运动，肿胀的胞囊端生或近端生椭圆形芽胞。成熟芽胞表面具有条纹图案，在营养琼脂平板上，菌落呈现平滑、透明。**★生理特性：**生长温度为 5～37℃，最适生长温度为 28℃，生长的 pH 为 5.6～8.0，最适 pH 为 7.0，不能在盐浓度为 5%（w/v）条件下生长，0.001%溶菌酶或 0.02%叠氮化钠条件下不能生长。在含有溶菌素条件下生长。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阳性，硝酸盐不能还原为亚硝酸盐，不产 3-羟基丁酮、吲哚或二羟基丙酮，能水解七叶苷和双-*p*-硝基苯基-磷酸盐。能水解酪蛋白、羧甲基纤维素、几丁质、果胶和蛋黄卵磷脂，不能水解淀粉，明胶不能液化。酸和气来源于碳水化合物。下列化合物能产酸：甘油、D-木糖、甲基-β-木糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、乳糖、菊糖、松三糖和 D-阿糖醇。下列化合物不能发酵：D-阿拉伯糖、核糖、鼠李糖、肌醇、甲基-α-D-甘露糖苷、D-海藻糖、L-海藻糖和葡萄糖。下列化合物能被吸收：N-乙酰-D-葡萄糖胺、L-阿拉伯糖、*p*-熊果苷、D-纤维二糖、D-半乳糖、D-果糖、葡萄糖酸、D-葡萄糖、D-甘露糖、D-麦芽糖、D-蔗糖、水杨苷、D-海藻糖和 D -木糖。下列化合物不能水解：*p*-硝基苯-β-D-吡喃半乳糖苷、*p*-硝基苯-β-D-葡萄糖苷、*p*-硝基苯-苯基-磷酸酯、*p*-硝基苯-磷酰基-胆碱和 2-脱氧-胸苷-5′-*p*-硝基苯基磷酸。下列化合物不能被吸收：L-鼠李糖、核糖醇、肌糖、乙酸盐、顺乌头酸、柠檬酸盐、延胡索酸酯、酮戊二酸、丙酮酸、丙氨酸、L-天冬氨酸、L-亮氨酸、3-羟苯酸盐和 4-羟苯酸盐。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、$C_{14:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.6 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 KK19^T 与 *Paenibacillus* 种类的同源性达 90.9%～96.5%，与 *P. azotofixans* ATCC 35681^T 和 *P. durus* DSM 1735^T 同源性最高达 96.5%。

16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    ggagtttgaa  tggaagcttg  cttccattca  tgcttagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt
121   aggcaacctg  ccctcaagac  tgggataact  accggaaacg  gtagctaata  ccggataatt
181   tctttcctct  cctgaagaga  gaatgaaagg  cggagcaatc  tgycacttgg  ggatgggcct
241   gcggcgcatt  agctagttgg  tggggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc
301   tgagagggtg  aacggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc
361   agtagggaat  cttccgcaat  gggcgaaagc  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa
421   ggttttcgga  tcgtaaagct  ctgttgccag  ggaagaacgt  ccggtagagt  aactgctacc
481   ggagtgacgg  tacctgagaa  gaaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata
541   cgtagggggc  aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggtcattta
601   agtctggtgt  ttaaaccttg  ggctcaacct  gaggtcgcac  tggaaactgg  gtgacttgag
661   tacagaagag  gaaagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagata  tgtggaggaa
721   caccagtggc  gaaggcgact  ttctgggctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg
781   agcaaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttag
841   gggtttcgat  acccttggtg  ccgaagttaa  cacagtaagc  actccgcctg  gggagtacgg
901   tcgcaagact  gaaactcaaa  ggaattgacg  gggacccgca  caagcagtgg  agtatgtggt
961   ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atccctctga  atccgctaga
1021  gatagcggcg  gccttcggga  cagaggagac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt
1081  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgactttagt  tgccagcagg
1141  ttargctggg  cactctagag  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt
1201  caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct  acacacgtac  tacaatggcc  ggtacaacgg
1261  gaagcgaaac  cgcgaggtgg  agccaatccc  agcaaagccg  gtctcagttc  ggattgcagg
1321  ctgcaactcg  cctgcatgaa  gtcggaattg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg
1381  aatacgttcc  cgggtcttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttta  caacacccga
1441  agtcggtggg  gtaacccgca  agggagccag  ccgccgaagg  tggggtagat  gattggggtg
1501  aagtcgtaac  aaggtagccg  tatcggaagg  tgcggctgga
```

532. *Paenibacillus brasilensis*（巴西类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-20。*Paenibacillus brasilensis* von der Weid et al.，2002，sp. nov.（巴西类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PB172 = ATCC BAA-413 = DSM 14914。**★16S rRNA 基因序列号：**AF273740。**★种名释意：***brasilensis* 意为模式菌株分离自巴西，故中文名称为巴西类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *brasilensis*，pertaining to Brazil，the country where the strains were isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $PB172^T$ 分离于巴西米纳斯吉拉斯玉米根系土壤样品。**★形态特征：**革兰氏染色为阳性或可变，细胞直杆状，可运动，肿胀的胞囊中心或端生椭圆形芽胞。在 GB 琼脂平板上，菌落呈现圆形至略不规则形状、凸起、白色、黏液状，直径为 15～30 mm。在 TBN 平板上，菌落为圆形、凸起、亮黄色，直径为 10 mm，整个边缘黏附在琼脂上。在 GB 或 TBN 平板上菌株生长旺盛，在 TY 平板上，菌株长势弱。**★生理特性：**最高生长温度为 42℃，最适生长温度为 30～32℃，生长的 pH 为 5.0～7.0，盐浓度为 2%（w/v）条件下生长，5%（w/v）条件下不能生长。在含有溶菌素条件下生

长。★**生化特性：**过氧化氢酶和 V-P 反应为阳性。不能由甘油产二羟基丙酮。燕麦培养基不形成透明的糊精，葡萄糖能产酸和产气。能由下列化物质产酸：半乳糖、D-果糖、七叶苷、麦芽糖、蜜二糖、蔗糖和 D-棉籽糖。不能由下列物质产酸：赤藓糖醇、L-木糖、核糖醇、L-山梨糖、L-阿糖醇、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸。具有固氮作用。★**化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:0}$；主要呼吸醌为 MK-7。★**分子特性：**16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 PBI72^T 与 *P. polymyxa* 和 *P. peoriae* 的同源性分别为 98.8%和 98.0%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc ggggtgatgt agaagcttgc
61    ttctacatca cctagcggcg gacgggtgag taacacgtag gcaacctgcc cacaagacag
121   ggataactac cggaaacggt agctaatacc cgatacatcc ttttcctgca tgggagaagg
181   aggaaagacg gagtaatctg tcacttgtgg atgggcctgc ggcgcattag ctagttggtg
241   gggtaaaggc ctaccaaggc gacgatgcgt agccgacctg agagggtgat cggccacact
301   gggactgaga cacggcccag actcctacgg gaggcagcag tagggaatct tccgcaatgg
361   gcgaaagcct gacggagcaa cgccgcgtga gtgatgaagg ttttcggatc gtaaagctct
421   gttgccaggg aagaacgtct tgtagagtaa ctgctacaag agtgacggta cctgagaaga
481   aagccccggc taactacgtg ccagccgccg cggtaatacg tagggggcaa gcgttgtccg
541   gaattattgg gcgtaaagcg cgcgcaggcg gctctttaag tctggtgttt aatcccgagg
601   ctcaacttcg ggtcgcactg gaaactgggg agcttgagtg cagaagagga gagtggaatt
661   ccacgtgtag cggtgaaatg cgtagagatg tggaggaaca ccagtggcga aggcgactct
721   ctgggctgta actgacgctg aggcgcgaaa gcgtggggag caaacaggat tagataccct
781   ggtagtccac gccgtaaacg atgaatgcta ggtgttaggg gtttcgatac ccttggtgcc
841   gaagttaaca cattaagcat tccgcctggg gagtacggtc gcaagactga aactcaaagg
901   aattgacggg gacccgcaca agcagtggag tatgtggttt aattcgaagc aacgcgaaga
961   accttaccag gtcttgacat ccctctgacc ggtctagaga taacctttcc ttcgggacag
1021  aggagacagg tggtgcatgg ttgtcgtcag ctcgtgtcgt gagatgttgg gttaagtccc
1081  gcaacgagcg caaccccttat gcttagttgc cagcaggtca agctgggcac tctaagcaga
1141  ctgccggtga caaaccggag gaaggtgggg atgacgtcaa atcatcatgc cccttatgac
1201  ctgggctaca cacgtactac aatggccggt acaacgggaa gcgaaggagc gatctggagc
1261  gaatcctaga aaagccggtc tcagttcgga ttgcaggctg caactcgcct gcatgaagtc
1321  ggaattgcta gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat acgttcccgg gcctttacac
1381  accg
```

533. *Paenibacillus camelliae*（茶树类芽胞杆菌）

【**种类编号**】3-57-21。*Paenibacillus camelliae* Oh et al.，2010，sp. nov.（茶树类芽胞杆菌）。★**模式菌株：**b11s-2 = CECT 7361 = KCTC 13220。★**16S rRNA 基因序列号：**EU400621。★**种名释意：***camelliae* 意为模式菌株分离自茶树，故中文名称为茶树类芽胞杆菌（N.L. gen. n. *camelliae*，of Camellia，referring to the isolation of the type strain from fermented green tea，*Camellia sinensis*）。

【**种类描述**】★**菌株来源：**菌株 b11s-2^T 分离于茶树发酵的叶片。★**形态特征：**革兰氏阳性菌，可运动，细胞微曲杆状［（0.5～0.7）μm ×（2.3～3.3）μm］。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 TSB 平板上，菌落圆形、奶油状，直径约 2 mm。★**生理特性：**生长温度为

15～42℃，最适生长温度为 30℃，生长的 pH 为 6.0～10.0，盐浓度为 0～2%（w/v）条件下能生长。在 TSB 培养基中有氧或厌氧条件均能生长良好。**★生化特性：**氧化酶反应为阴性，过氧化氢酶反应为阳性，能水解酪蛋白、纤维素、明胶、果胶、淀粉、吐温 80 和木聚糖；硝酸能被还原为亚硝酸，能产 3-羟基丁酮，可利用赖氨酸脱羧酶和柠檬酸盐，β-半乳糖苷酶、精氨酸脱羧酶、脲酶和色氨酸脱氨酶具有活性，不产硫化氢和吲哚。下列化合物能产酸：L-阿拉伯糖、苦杏仁糖、熊果苷、纤维二糖、果糖、半乳糖、龙胆二糖、葡萄糖、糖原、肌醇、菊糖、乳糖、麦芽糖、甘露醇、甘露糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、山梨糖醇、蔗糖、淀粉、蜜二糖、核糖、水杨苷、海藻糖和 D-木糖。下列化合物不产酸：核糖醇、D-阿糖醇、L -阿糖醇、D-阿拉伯糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-海藻糖、D-木糖、β-甲基-D-木糖、α-甲基-D-甘露糖、α-甲基-D-葡萄糖、鼠李糖、山梨糖、木糖醇、L-木糖、D-己酮糖。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7；主要的极性脂包括二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和磷脂酰甘油；主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.3 mol%，16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 b11s-2^T 与 *P. granivorans* $A30^T$ 和 *P. agaridevorans* DSM 1355^T 的同源性分别为 97.1%和 95.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggagttgata  ggaagcttgc
61     ttccttgaga  cttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag  gtaacctgcc  cctaagactg
121    ggataacatt  cggaaacgga  tgctaatacc  ggatacgcaa  ttccttcgca  tgagggagtt
181    gggaaagacg  gagcaatctg  tcacttaggg  atggacctgc  ggtgcattag  ctagttggag
241    aggtaacggc  tccccaaggc  gacgatgcat  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact
301    gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg
361    acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc  gtaaagctct
421    gttgccaggg  aagaacgctt  gtgagagtaa  ctgctcacaa  ggtgacggta  cctgagaaga
481    aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  tagggggcaa  gcgttgtccg
541    gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtcgattaag  tctggtgttt  aaggctgtgg
601    ctcaaccaca  gttcgcactg  gaaactggtc  gacttgagtg  cagaagagga  aagtggaatt
661    ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgacttt
721    ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781    ggtagtccac  gccgtaaacg  atgaatgcta  ggtgttaggg  gtttcgatac  ccttggtgcc
841    gaagttaaca  cattaagcat  tccgcctggg  gagtacggtc  gcaagactga  aactcaaagg
901    aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961    accttaccag  gtcttgacat  gcctctgacc  gctctagaga  tagagctttc  cttcgggaca
1021   ggggacacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc
1081   cgcaacgagc  gcaaccccta  atgttagttg  ccagcacctt  gggtgggcac  tctaacgtga
1141   ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac
1201   ctgggctaca  cacgtactac  aatggccagt  acaacgggaa  gcgaagtcgc  gagatggagc
1261   caatcctatc  aaagctggtc  tcagttcgga  ttgcaggctg  caactcgcct  gcatgaagtc
1321   ggaattgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg  gtcttgtaca
1381   caccgcccgt  cacaccacga  gagtttacaa  cacccgaagc  cggtggggta  acccgtaagg
1441   gagccagccg  tcgaaggtgg  ggtagatgat
```

534. *Paenibacillus campinasensis*（坎皮纳斯类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-22。*Paenibacillus campinasensis* Yoon et al.，1998，sp. nov.（坎皮纳斯类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**324 = JCM 11200 = KCTC 0364BP。**★16S rRNA 基因序列号：**AF021924。**★种名释意：***assamensis* 意为模式菌株分离自巴西坎皮纳斯，故中文名称为坎皮纳斯类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *campinasensis*，referring to Campinas，the city in Brazil where the College of Food Engineering，State University of Brazil is located）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 324^T 分离于巴西。**★形态特征：**革兰氏染色可变，兼性厌氧，细胞杆状 [（0.6～0.9）μm ×（3.0～6.0）μm]，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。菌落平滑、透明，在湿润的琼脂平板上，形成可运动的微生物菌落。**★生理特性：**生长温度为 10～45℃，低于 5℃或高于 40℃不能生长，生长的 pH 为 7.5～10.5，最适生长的 pH 为 10，pH 为 7.0 条件下不能生长，盐浓度为 7%（w/v）条件下能生长。**★生化特性：**氧化酶反应为阴性，过氧化氢酶反应为阳性，脲酶不具活性，能水解明胶、酪蛋白、七叶苷和淀粉。下列化合物可被利用作为呼吸作用的唯一碳源：L-阿拉伯糖、β-环糊精、D -果糖、D-葡萄糖、蜜二糖、3-甲基葡萄糖、阿洛酮糖、D-核糖、山梨醇、塔格糖、D-木糖、吐温 40、乙酸、丙酸、丙酮酸、果糖-6-磷酸和葡萄糖-6-磷酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸，主要呼吸醌是 MK-7，主要极性脂包括二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油，主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 50.9 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 324^T 与 *Paenibacillus* 种类的同源性达 90.6%～95.9%，菌株 324^T 与 *P. lautus* 和 *P. glucanolyticus* 同源性最高，达 95.2%～95.9%，DNA-DNA 杂交结果表明菌株 324^T 与上述两个相同菌株的关联度低于 70%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc	ggaatcgatg	gagtgcttgc
61	actcctgaga	tttagcggcg	gacgggtgag	taacacgtag	gcaacctgcc	ctcaagactg
121	ggataactac	cggaaacggt	agctaatacc	rgataggata	tttggctgca	tggcygaata
181	tggaaaggcg	gagcaatctg	tcacttgagg	atgggcctgc	ggcgcattag	ctagttggtg
241	gggtaatggc	ctaccaaggc	gacgatgcgt	agccgacctg	agagggtgaa	cggccacact
301	gggactgaga	cacggcccag	actcctacgg	gaggcagcag	tagggaatct	tccgcaatgg
361	acgaaagtct	gacggagcaa	cgccgcgtga	gtgatgaagg	ttttcggatc	gtaaagctct
421	gttgccaggg	aagaacgcca	gagagagtaa	ctgctctttg	ggtgacggta	cctgagaaga
481	aagccccggc	taactacgtg	ccagcagccg	cggtaatacg	taggggggcaa	gcgttgtccg
541	gaattattgg	gcgtaaagcg	cgcgcaggcg	gttctttaag	tctggtgttt	aaacccggag
601	cttaacttcg	ggacgcactg	gaaactgggg	gacttgagtg	cagaagagga	gagtggaatt
661	ccacgtgtag	cggtgaaatg	cgtagatatg	tggaggaaca	ccagtggcga	aggcgactct
721	ctgggctgta	actgacgctg	aggcgcgaaa	gcgtggggag	caaacaggat	tagataccct
781	ggtagtccac	gccgtaaacg	atgaatgcta	ggtgttaggg	gtttcgatac	ccttggtgcc
841	gaagttaaca	cattaagcat	tccgcctggg	gagtacggtc	gcaagactga	aactcaaagg
901	aattgacggg	gacccgcaca	agcagtggag	tatgtggttt	aattcgaagc	aacgcgaaga
961	accttaccag	gtcttgacat	ccctttgacc	cctctagaga	tagaggtttc	cttcgggaca
1021	gaggagacag	gtggtgcatg	gttgtcgtca	gctcgtgtcg	tgagatgttg	ggttaagtcc

1081　cgcaacgagc　gcaacccttg　atcttagttg　ccagcacgtg　aatggtgggc　actctaaggt
1141　gactgccggt　gacaaaccgg　aggaaggtgg　ggatgacgtc　aaatcatcat　gccccttatg
1201　acctgggcta　cacacgtact　acaatggctg　gtacaacggg　aagcgaagcc　gcgaggtgga
1261　gccaatccta　aaaagccagt　ctcagttcgg　attgcaggct　gcaactcgcc　tgcatgaagt
1321　cggaattgct　agtaatcgcg　gatcagcatg　ccgcggtgaa　tacgttcccg　ggtcttgtac
1381　acaccgcccg　tcacaccacg　agagtttaca　acacccgaag　tcggtggggt　aaccgcaagg
1441　agccagccgc　cgaaggtggg　tagatgattg　gggtgaagtc　gtaacaaggt　agccgtatcg
1501　gaaggtgc

535. *Paenibacillus castaneae*（栗树类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-23。*Paenibacillus castaneae* Valverde et al.，2008，sp. nov.（栗树类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Ch-32 = CECT 7279 = DSM 19417。**★16S rRNA 基因序列号：**EU099594。**★种名释意：***castaneae* 为栗树之意，故中文名称为栗树类芽胞杆菌（L. gen. n. *castaneae*，of a chestnut tree）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Ch-32^{T} 分离于西班牙萨拉曼卡省栗树叶际。**★形态特征：**革兰氏染色可变，通过极性和近极性鞭毛运动。芽胞椭圆形，端生，胞囊膨大。在营养琼脂平板上，菌落呈现圆形、光滑、凸起、黄色、直径为 1～3 mm。**★生理特性：**最适生长温度为 30℃，40℃不能生长，最适 pH 为 7.0，盐浓度为 2%（w/v）条件下生长，5%（w/v）条件下不能生长。**★生化特性：**硝酸不能被还原为亚硝酸。产 β-半乳糖苷酶，但不产 3-羟基丁酮、吲哚、苯丙氨酸脱氨酶、脲酶、精氨酸双水解酶、鸟氨酸脱羧酶或赖氨酸脱羧酶。水解七叶苷、明胶和纤维素，但不水解淀粉或酪蛋白。API 20NE 反应中，葡萄糖、L -阿拉伯糖、甘露糖、甘露醇、麦芽糖和葡萄糖酸的同化反应为阳性。N-乙酰葡萄糖胺、癸酸盐、己二酸、柠檬酸、L-苹果酸盐和乙酸苯酯反应为阴性。葡萄糖能产酸但不产气。API 50CH 反应显示下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、D-木糖、甲基-β-D-木糖苷、半乳糖、葡萄糖、甘露糖、L-鼠李糖、甘露醇、麦芽糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖、龙胆二糖和松二糖。下列化合物不产酸：甘油、赤藓糖醇、D-核糖、L-木糖、核糖醇、果糖、L-山梨糖、肌醇、山梨糖醇、甲基-α-D-甘露糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁糖、纤维二糖、松三糖、糖原、木糖醇、L-木糖、D-己酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿糖醇和 L -阿糖醇。水杨苷和乳糖弱产酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:0}$；主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 46.0 mol%。菌株 Ch-32^{T} 与菌株 *P. glycanilyticus* IFO 16618^{T}、*P. xinjiangensis* DSM 16970^{T} 的 DNA-DNA 杂交关联度低于 20%。16S rRNA 基因序列如下。

1　tagagtttga　tcctggctca　ggacgaacgc　tggcggcgtg　cctaatacat　gcaagtcgag
61　cggagttgaa　gaggtgcttg　cacctctgat　acttagcggc　ggacgggtga　gtaacacgtg
121　ggtaacctgc　ctttaagact　gggataacat　tcggaaacga　atgctaatac　cggatacgcg
181　atacggtcgc　atgactgaat　cgggaaagat　ggagcaatct　atcacttaga　gatggacccg
241　cggcgcatta　gctagttggt　gaggtaacgg　ctcaccaagg　cgacgatgcg　tagccgacct
301　gagagggtga　tcggccacac　tgggactgag　acacggccca　gactcctacg　ggaggcagca
361　gtagggaatc　ttccgcaatg　gacgaaagtc　tgacggagca　acgccgcgtg　agtgatgaag
421　gttttcggat　cgtaaagctc　tgttgccagg　gaagaatgct　tgggagagta　actgctctca

```
481     aggtgacggt  acctgagaag  aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac
541     gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggccttgtaa
601     gtctgttgtt  taaactcggg  gctcaacccc  gagtcgcaat  ggaaactgca  aagcttgagt
661     acagaagagg  aaagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac
721     accagtggcg  aaggcgactt  tctgggctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga
781     gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgaatgct  aggtgttagg
841     ggtttcaata  cccttggtgc  cgaagttaac  acattaagca  ttccgcctgg  ggagtacggt
901     cgcaagactg  aaactcaaag  gaattgacgg  ggacccgcac  aagcagtgga  gtatgtggtt
961     taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tccctctgac  cgtcctagag
1021    atagggcttt  ccttcgggac  agaggagaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc
1081    gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcactt
1141    cgggtgggca  ctctaggatg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca
1201    aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtacta  caatggccga  tacaacggga
1261    agcgaaaccg  cgaggtggag  ccaatcctat  caaagtcggt  ctcagttcgg  attgcaggct
1321    gcaactcgcc  tgcatgaagt  cggaattgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa
1381    tacgttcccg  ggtcttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttaca  acacccgaag
1441    ccggtggggt  aacccgcaag  ggagctagcc  gtcgaaggtg  gggtagatga  ttggggtgaa
1501    gtcgtaacaa  ggtagccgta  tcggaaggtg  cggctggatc  acctcctta
```

536. *Paenibacillus catalpae*（梓树类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-24。*Paenibacillus catalpae* Zhang et al.，2013，sp. nov.（梓树类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**D75 = CGMCC 1.10784 = DSM 24714。**★16S rRNA 基因序列号：**HQ657320。**★种名释意：***catalpae* 意为梓树之意，故中文名称为梓树类芽胞杆菌（N.L. gen. n. *catalpae*，of Catalpa，referring to the plant genus，the source of the rhizosphere soil from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $D75^T$ 分离于我国四川绵阳的梓树根际土壤。**★形态特征：**革兰氏阳性菌，需氧，直杆状［（0.5～0.8）μm ×（1.2～2.4）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，中生或端生，胞囊膨大。TSB 平板上生长 24 h，菌落呈现圆形、微凸、无色素、有光泽、整个边缘牛奶状、大小为 2.0～3.0 mm。**★生理特性：**生长的温度为 15～40℃（最适温度为 25～28℃），低于 10℃或高于 40℃不能生长，生长的 pH 为 6.0～8.0（最适 pH 为 7.0），生长的盐浓度为 0～2%（w/v），最适盐浓度为 0.5%～1.0%（w/v）。**★生化特性：**氧化酶反应为阴性，过氧化氢酶反应为阳性，硝酸盐还原反应为阴性，不产吲哚和硫化氢，V-P 反应、柠檬酸盐利用、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶均为阴性。脲酶具有活性，能水解淀粉、吐温 80、酪蛋白和 ONPG。能利用下列物质：环糊精、麦芽糖、纤维二糖、龙胆二糖、水苏糖、棉籽糖、α-乳糖、α-D-葡萄糖、D-甘露糖、D-半乳糖、甘油和 D-葡萄糖。利用下列物质能力弱：海藻糖、蔗糖、松二糖、甲基-β-D-葡萄糖苷、N-乙酰-D-葡萄糖胺、D-甘露醇、果胶、四唑紫、四唑蓝、L-苹果酸和溴酸钠。不能利用下列物质：D-水杨苷、N-乙酰-β-D-甘露糖胺、N-乙酰-β-D-半乳糖胺、N-乙酰神经氨酸、果糖、D-海藻糖、L-海藻糖、3-甲基-葡萄糖、L-鼠李糖、肌苷、D-阿糖醇、肌醇、葡萄糖-6-磷酸、D-果糖-6-磷酸、D-天冬氨酸、D-丝氨酸、明胶、

氨基乙甘氨酰-L-脯氨酸、L-丙氨酸、L-精氨酸、L-天冬氨酸、L-谷氨酸、L-组氨酸、L-丝氨酸、D-半乳糖醛酸、L-半乳糖酸内酯、D-葡萄糖醛酸、葡萄糖醛酰胺、黏酸、奎尼酸、D-糖二酸、对羟苯乙酸、丙酮酸甲酯、D-乳酸甲酯、L-乳酸、柠檬酸、α-酮戊二酸、D-苹果酸、溴代丁二酸、吐温 40、β-羟基丁酸、α-羟基丁酸、β-羟基-DL-丁酸、α-丁酮酸、乙酰乙酸、乙酸和甲酸。API 50CH 试验表明下列化合物产酸：D-木糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-葡萄糖、D-甘露糖、D-甘露醇、苦杏仁糖、七叶苷、柠檬酸铁、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖、淀粉、糖原、龙胆二糖和松二糖。葡萄糖能产气。酯酶（C4）、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶和 β-半乳糖苷酶具有活性；酯酶（C8）具有弱活性；碱性磷酸酶、亮氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸酶、酯酸（C4）、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 β-岩藻糖苷酶不具有活性。★**化学特性：**细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸，主要呼吸醌是 MK-7，主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和磷脂酰肌醇，主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.0 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 D75^T 与 *P. glycanilyticus* DS-1^T、*P. xinjiangensis* B538^T 和 *P. castaneae* Ch-32^T 同源性分别为 99.2%、97.5%和 97.2%。菌株 D75^T 与 *P. glycanilyticus* NBRC 16618^T、*P. xinjiangensis* DSM 16970^T 和 *P. castaneae* DSM 19417^T 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 35%、20%和 18%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaacacatg  caagtcgagc
61    ggatcttgtt  cttcgggaca  aggttagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  gggtaacctg
121   cccataagac  tgggataaca  ttcggaaacg  aatgctaata  ccggatacgc  gaatcggtcg
181   catggccgaa  tcgggaaagg  cggagcaatc  tgccacttat  ggatggaccc  gcggcgcatt
241   agctagttgg  tggggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg
301   atcggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat
361   cttccgcaat  ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga
421   tcgtaaagct  ctgttgccag  ggaagaacgc  ttacgagagt  aactgctcgt  aaggtgacgg
481   tacctgagaa  gaaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc
541   aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggccttgta  agtctgtcgt
601   ttaaactcgg  agctcaactt  cgagtcgcga  tggaaactgc  aaagcttgag  tgcagaagag
661   gaaagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc
721   gaaggcgact  ttctgggctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg
781   attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgaatgc  taggtgttag  gggtttcgat
841   acccttggtg  ccgaagttaa  cacattaagc  attccgcctg  gggagtacgg  tcgcaagact
901   gaaactcaaa  ggaattgacg  gggacccgca  caagcagtgg  agtatgtggt  ttaattcgaa
961   gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atccctctga  ccgtcctaga  gatagggctt
1021  tccttcggga  cagaggagac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt
1081  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgatcttagt  tgccagcact  ttgggtgggc
1141  actctaggat  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat
1201  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtact  acaatggccg  atacaacggg  aagcgaaacc
1261  gcgaggtgga  gccaatccta  tcaaagtcgg  tctcagttcg  gattgcaggc  tgcaactcgc
1321  ctgcatgaag  tcggaattgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc
```

```
1381    gggtcttgta   cacaccgccc   gtcacaccac   gagagtttac   aacacccgaa   gccggtgggg
1441    taaccgcatg   gagccagccg   tcgaaggtgg   ggtagatgat   tggggtgaag   tcgtaacaag
1501    gtagccgta
```

537. *Paenibacillus cellulosilyticus*（解纤维素类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-25。*Paenibacillus cellulosilyticus* Rivas et al.，2006，sp. nov.（解纤维素类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PALXIL08 = CECT 5696 = LMG 22232。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ407282。**★种名释意：***cellulosilyticus* 中 *cellulosum* 为纤维素之意，*lyticus* 为降解之意，故中文名称为解纤维素类芽胞杆菌[N.L. n. *cellulosum*，cellulose；Gr. adj. *lutikos*，able to loosen，able to dissolve；N.L. adj. *lyticus -a -um*（from Gr. adj. *lutikos -ê -on*），able to loosen，able to dissolve；N.L. masc. adj. *cellulosilyticus*，cellulose-dissolving]。

【种类描述】**★菌株来源：**菌株 PALXIL08^T 分离于西班牙马洛卡岛枣椰树的苞叶。**★形态特征：**革兰氏阳性或阴性菌，形成芽胞，杆状［（0.8～0.9）μm×（4.0～4.2）μm］，通过周生鞭毛运动，肿胀的胞囊端生芽胞，有氧或兼性厌氧，化能有机营养型，木聚糖降解菌。YED 平板上 30℃生长 48 h，菌落呈现圆形、平滑、白色至浅黄色、透明，大小为 1～3 mm。**★生理特性：**生长的温度为 10～37℃（最适温度为 28℃），最适 pH 为 7.0，盐浓度为 2%（w/v）条件下生长，5%（w/v）条件下不能生长。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶反应为阳性，V-P 反应的 pH 为 6.5。产 3-羟基丁酮，硝酸不能被还原为亚硝酸。能生成下列化合物：纤维素酶、木聚糖酶、淀粉酶和 β-半乳糖苷酶。不能生成下列化合物：白明胶酶、酪蛋白酶、水解酶、吲哚、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶、苯丙氨酸脱氨酶和硫化氢；水解七叶素；D-葡萄糖不产气；能吸收 D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、甘露糖、麦芽糖、木糖、鼠李糖、蔗糖、蜜二糖和葡萄糖酸。下列化合物能产酸：葡萄糖、木糖、L-阿拉伯糖和棉籽糖。下列化合物不能产酸：甘露醇同化作用、肌醇、山梨糖醇、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁糖、癸酸盐、丙酸、己二酸、苹果酸、柠檬酸和乙酸苯酯。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$；呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.0 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 PALXIL08^T 与 *P. kobensis* DSM 10249^T 和 *P. curdlanolyticus* DSM 10247^T 的同源性最高，分别为 98.9%和 97.9%。菌株 PALXIL08^T 与菌株 PALXIL02、PALXIL05 和 PALXIL07 的 DNA-DNA 杂交关联度低于 30%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       tagagtttga   tcctggctca   ggacgaacgc   tggcggcgtg   cctaatacat   gcaagtcgag
61      cggagttgat   gaggtgcttg   cacctctgat   gcttagcggc   ggacgggtga   gtaacacgta
121     ggcaacctgc   ctgcaggact   gggataacat   tcggaaacga   atgctaatac   cggataatcg
181     atttcctcgc   atggggagat   cgggaaagac   ggagcaatct   gtcacctgtg   gatgggcctg
241     cggcgcatta   gctagttggt   ggggtaacgg   cctaccaagg   cgacgatgcg   tagccgacct
301     gagagggtga   tcggccacac   tgggactgag   acacggccca   gactcctacg   ggaggcagca
361     gtagggaatc   ttccgcaatg   gacgaaagtc   tgacggagca   acgccgcgtg   agtgatgaag
421     gctttcgggt   cgtaaagctc   tgttgccagg   gaagaacact   tgggagagta   actgctctta
481     aggtgacggt   acctgagaag   aaagccccgg   ctaactacgt   gccagcagcc   gcggtaatac
541     gtagggggca   agcgttgtcc   ggaattattg   ggcgtaaagc   gcgcgcaggc   ggctttgtaa
```

601	gtctgtcgtt	taagttcggg	gctcaacccc	gtatcgcgat	ggaaactgca	aggcttgagt
661	gcagaagagg	aaagtggaat	tccacgtgta	gcggtgaaat	gcgtagagat	gtggaggaac
721	accagtggcg	aaggcgactt	tctgggctgt	aactgacgct	gaggcgcgaa	agcgtgggga
781	gcaaacagga	ttagataccc	tggtagtcca	cgccgtaaac	gatgaatgct	aggtgttagg
841	ggtttcaata	cccttggtgc	cgaagttaac	acattaagca	ttccgcctgg	ggagtacgct
901	cgcaagagtg	aaactcaaag	gaattgacgg	ggacccgcac	aagcagtgga	gtatgtggtt
961	taattcgaag	caacgcgaag	aaccttacca	ggtcttgaca	tccctctgac	cggtctggag
1021	acaggccttc	ccttcgggac	agaggagaca	ggtggtgcat	ggttgtcgtc	agctcgtgtc
1081	gtgagatgtt	gggttaagtc	ccgcaacgag	cgcaaccctt	gattttagtt	gccagcactt
1141	cggatgggca	ctctagaatg	actgccggtg	acaaaccgga	ggaaggcggg	gatgacgtca
1201	aatcatcatg	ccccttatga	cctgggctac	acacgtacta	caatggccgg	tacaacgggc
1261	tgcgaaggag	cgatccggag	cgaatcctat	aaagccggtc	tcagttcgga	ttggaggctg
1321	caactcgcct	ccatgaagtc	ggaattgcta	gtaatcgcgg	atcagcatgc	cgcggtgaat
1381	acgttcccgg	gtcttgtaca	caccgcccgt	cacaccacga	gagtttacaa	cacccgaagc
1441	cggtggggta	accgcaagga	gccagccgtc	gaaggtgggg	tagatgattg	gggtgaagtc
1501	gtaacaaggt	agccgtatcg	gaaggtgtgg	ntggatcacc	tcctta	

538. *Paenibacillus cellulositrophicus*（趋纤维素类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-26。*Paenibacillus cellulositrophicus* Akaracharanya et al.，2009，sp. nov.（趋纤维素类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**P2-1 = KCTC 13135 = PCU 305 = TISTR 1888。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ178001。**★种名释意：***cellulositrophicus* 中 *cellulosum* 为纤维素之意，*trophicus* 为养育之意，故中文名称为趋纤维素类芽胞杆菌[N.L. n. *cellulosum*，cellulose；N.L. masc. adj. *trophicus*（from Gr. masc. adj. *trophikos*），nursing，tending；N.L. masc. adj. *cellulositrophicus*，feeding on cellulose，growing on cellulose]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 P2-1^T 分离于土壤样品。**★形态特征：**革兰氏阳性菌，产芽胞，杆状［（0.8～1.2）μm ×（4.0～8.0）μm］，通过周生鞭毛运动，芽胞中生或端生，胞囊膨大，兼性厌氧。菌落呈现圆形、凸起、白色或浅黄色、透明，直径为 0.9～2.3 mm。**★生理特性：**生长的温度为 20～55℃（最适温度为 30～37℃），温度低于 10℃或高于 15℃菌株不能生长，生长的 pH 为 5.0～9.0（最适 pH 为 6.0～7.0），盐浓度为 5%（w/v）条件下生长，6%（w/v）条件下不能生长。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶反应为阳性；能水解七叶苷、精氨酸、明胶和酪蛋白；DNA 酶和脲酶具有活性；能利用柠檬酸；不能水解淀粉、酪氨酸和吐温 80；硝酸还原、V-P 反应、产吲哚反应、产硫化氢反应和从甘油产二羟基丙酮反应均为阴性。下列化合物能产酸：核糖醇、七叶苷、苦杏仁糖、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、熊果苷、纤维二糖、D-果糖、龙胆二糖、葡萄糖、N-乙酰葡萄糖胺、甲基-α-D-葡萄糖苷、D-乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、甲基-α-D-甘露糖苷、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、水杨苷、淀粉、海藻糖、松二糖、D-木糖、蔗糖和甲基-β-D-木糖苷。下列化合物不能产酸：D-阿糖醇、L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-海藻糖、L-海藻糖、葡萄糖酸、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸、甘油、糖原、肌醇、菊糖、D-木糖、D-山梨糖醇、L-山梨糖、D-己酮糖、木糖醇或 L-木糖。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$；呼吸醌为 MK-7。细胞壁特征二氨基酸

为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 52.7 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 P2-1^{T}与 *P. cineris* KCTC 3998^{T}、*P. favisporus* KCTC 3910^{T}、*P. rhizosphaerae* KCTC 13015^{T}的同源性分别为 96.5%、96.4%和 96.3%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 P2-1^{T} 与 *P. cineris* KCTC 3998^{T}、*P. favisporus* KCTC 3910^{T} 和 *P. rhizosphaerae* KCTC 13015^{T}的关联度分别为 34.2%、38.4%和 24.9%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tcaggacgaa  cgctggcggc  gtgcctaata  catgcaagtc  gagcggactt  gatggagagc
61    ttgctctcct  gatggttagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtaggcaacc  tgcctgcaag
121   accgggataa  cccacggaaa  cgtgagctaa  taccggatat  ctcatttcct  ctcctgaggg
181   atgatgaaag  acggagcaat  ctgtcacttg  cggatgggcc  tgcggcgcat  tagctagttg
241   gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt  gaacggccac
301   actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  tcttccgcaa
361   tgggcgaaag  cctgacggag  caacgccgcg  tgagtgatga  aggttttcgg  atcgtaaagc
421   tctgttgcca  gggaagaacg  tccggtagag  taactgctac  cggagtgacg  gtacctgaga
481   agaaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg  caagcgttgt
541   ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggtcattt  aagtctggtg  tttaaggcca
601   aggctcaacc  ttggttcgca  ctggaaactg  ggtgacttga  gtgcagaaga  ggagagtgga
661   attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagat  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcgac
721   tctctgggct  gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac
781   cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgaatg  ctaggtgtta  ggggtttcga  tacccttggt
841   gccgaagtta  acacattaag  cattccgcct  ggggagtacg  gtcgcaagac  tgaaactcaa
901   aggaattgac  ggggacccgc  acaagcagtg  gagtatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga
961   agaaccttac  caggtcttga  catccctctg  accggtctag  agatgtacct  ttccttcggg
1021  acagaggaga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag
1081  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgattttag  ttgccagcac  ttcgggtggg  cactctagaa
1141  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggcg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat
1201  gacctgggct  acacacgtac  tacaatggcc  agtacaacgg  gaagcgaagc  cgcgaggtgg
1261  agccaatcct  atcaaagctg  gtctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg  cctgcatgaa
1321  gtcggaattg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtt  gaatacgttc  ccgggtcttg
1381  taccccaccg  cccgtcacac  cacgagagtt  tacacacccg  aagtcggtga  ggtaaccgca
1441  aggagccagc  cgcc
```

539. *Paenibacillus chartarius*（纸类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-27。*Paenibacillus chartarius* Kämpfer et al.，2012，sp. nov.（纸类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CCM 7759 = CCUG 55240。**★16S rRNA 基因序列号：**FN689718。**★种名释意：***chartarius* 为纸之意，故中文名称为纸类芽胞杆菌（L. masc. adj. *chartarius*，of or pertaining to，paper）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CCUG 55240^{T}分离于瑞典工业造纸厂样品。**★形态特征：**革兰氏阳性菌，不运动，严格需氧，杆状［（0.8～1.0）μm ×（2.0～3.0）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞卵圆形，端生，胞囊膨大。在 TSA 培养平板上，菌落呈现圆形、凸起、米黄色。**★生理特性：**生长的温度为 15～45℃（最适温度为 30℃），温度低于 10℃或高

于 15℃时菌株不能生长，生长的 pH 为 5.5～7.5（最适 pH 为 6.5），在 R2A 肉汤培养基中盐浓度为 1%～3%（w/v）条件下生长。**★生化特性：**氧化酶反应为弱阳性，过氧化氢酶反应为阴性；脲酶、白明胶酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶反应为阴性，不能利用柠檬酸盐，能水解淀粉、明胶和酪蛋白，不能产吲哚和硫化氢，DNA 酶和 V-P 反应为阴性。D-葡萄糖酸和 D-木糖弱产酸。下列化合物不能产酸：乳糖、蔗糖、D-甘露醇、半乳糖醇、水杨苷、D-核糖醇、肌醇、D-山梨醇、L-鼠李糖、棉籽糖、麦芽糖、海藻糖、纤维二糖、赤藓糖醇、蜜二糖或 D-阿糖醇。下列化合物能被利用作为唯一碳源：熊果苷、D-半乳糖、纤维二糖、果糖、葡萄糖、葡萄糖酸、麦芽糖、L-鼠李糖、蔗糖、水杨苷、海藻糖、D-木糖、D-麦芽糖、D-甘露糖和 D-甘露醇。下列化合物不能作为唯一碳源：N-乙酰-D-葡萄糖胺、L-阿拉伯糖、D-核糖醇、肌醇、蜜二糖、核糖、D-山梨醇、苹果酸、丙酮酸、腐胺、乙酸、丙酸、顺式乌头酸、反式乌头酸、己二酸、4-氨基丁酸、壬二酸盐、柠檬酸、亚甲基丁二酸盐、2-氧化戊二酸和中康酸盐。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$，也含 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$；呼吸醌为 MK-7，也含少量 MK-8 和 MK-6。细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、一种未鉴定的糖脂类、一种未鉴定的氨基磷酸糖脂类、一种未鉴定的磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.9 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 CCUG 55240^T 与 *P. alginolyticus*、*P. chondroitinus*、*P. pectinilyticus* 的同源性分别为 91.3%、92.1%和 92.3%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ccttcggggc  agggttagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  taggcaacct  gcctgtaaga
61     ccgggataac  taccggaaac  ggtagctaag  accggataac  cggtttcctc  gcatggggga
121    atcgtgaaac  acggggcaac  ctgtggctta  cggatgggcc  tgcggcgcat  tagctagttg
181    gtggggtaac  ggcctaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt  gaacggccac
241    actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  tcttccgcaa
301    tggacgcaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgagga  aggccttcgg  gtcgtaaagc
361    tctgttgccc  tagacgaaag  actcagagag  taactgctct  gggagtgacg  gtataggaga
421    agaaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg  caagcgttgt
481    ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggtttggt  aagtcttctg  tttaatcccc
541    gggctcaacc  tgggtacgca  ggggaaactg  ccaggctgga  gtgcaggaga  ggaaagtgga
601    attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcgac
661    tttctggcct  gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac
721    cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaggtgtta  ggggtttcga  tacccttggt
781    gccgaagtta  acacagtaag  cactccgcct  ggggagtacg  ctcgcaagag  tgaaactcaa
841    aggaattgac  ggggacccgc  acaagcagtg  gagtatgtgg  tttaattcga  agcaacgcgt
901    agaaccttac  caggtcttga  catccccctg  aatgccctag  agatagggcc  ggccttcggg
961    acaggggaga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag
1021   tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgatgctag  ttgccagcga  gtaaagtcgg  gcactctagg
1081   atgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta
1141   tgacctgggc  tacacacgta  ctacaatggc  cgttacagag  ggaagcgaag  ccgcgaggtg
1201   aagcgaatct  cataaaggcg  gtctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg  cctgcatgaa
1261   gtcggaattg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc  cgggtcttgt
```

```
1321    acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttta  caacacccga  agtcggtggg  gtaaccgcaa
1381    ggggccagcc  gccgaaggtg  gggtaga
```

540. *Paenibacillus chibensis*（千叶类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-28。*Paenibacillus chibensis* Shida et al.，1997，sp. nov.（千叶类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**HSCC 442=CIP 105254=DSM 11731 = IFO（now NBRC）15958 = JCM 9905 = LMG 14457 = NRRL B-142。**★16S rRNA 基因序列号：**AB073194。**★种名释意：***chibensis* 意为模式菌株分离自日本千叶之意，故中文名称为千叶类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *chibensis*，referring to Chiba，a Japanese prefecture where the research laboratory of Higeta Shoyu Co.，Ltd. is located）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NRRL B-142^{T} 分离于日本一个研究室收集的培养物样品。**★形态特征：**革兰氏阳性菌，杆状［（0.5～0.8）μm ×（3.0～5.0）μm］，以周生鞭毛运动，形成芽胞，胞囊膨大。严格需氧，菌落为平滑、圆形、完整、棕黄色。在营养琼脂上不产脂溶性色素。**★生理特性：**生长的温度为 10～50℃（最适温度为 37℃），生长的 pH 为 4.5～9.0（最适 pH 为 7.0），盐浓度为 2%（w/v）、0.001%溶菌酶条件下菌株能生长，盐浓度为 5%（w/v）、0.02%溶菌酶条件下菌株不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阳性，氧化酶反应为阴性，不产 3-羟基丁酮，V-P 反应的 pH 为 4.6～4.7，脲酶反应为阴性；不产硫化氢、吲哚、二羟基丙酮和卵磷脂；硝酸盐能被还原为亚硝酸盐；能水解淀粉，不能水解酪蛋白、明胶、DNA、吐温 20、吐温 60、吐温 80、尿素和马尿酸盐；不能分解酪氨酸，苯丙氨酸不能被脱氨化。不能利用下列化合物：柠檬酸盐、延胡索酸酯、L-苹果酸盐、乳酸、琥珀酸、L-谷氨酸盐、海藻酸、葡萄糖酸、α-酮戊二酸、丙二酸酯和酒石酸；不利用硝酸盐和铵盐；石蕊牛乳不发生变化。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$；主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 52.8 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 NRRL B-142^{T} 与 *Paenibacillus* 其他种的同源性高于 90.6%，与 *P. amylolyticus*、*P. lautus*、*P. glucanolyticus*、*P. macquariensis* 和 *P. pabuli* 在同一个亚集群。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gagagtttga  tcctggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61      cggagttgat  gaggtgcttg  cacctctgat  gnttagcggc  ggacgggtga  gtaacacgta
121     ggtaacctgc  ctgtaagact  gggataacta  ccggaaacgg  tagctaatac  cggataattt
181     atttcctctc  ctggngagat  aatgaaagac  ggagcaatct  gtcacttaca  gatgggcctg
241     cggcgcatta  gctagttggt  gaggtaacgg  ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct
301     gagagggtga  acggncacac  tgggactgag  acacggccca  gactccttcg  ggaggcagca
361     gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  agtgatgaag
421     gttttcggat  cgtaaagctc  tgttgncagg  gaagaacgtc  cggtagagta  actgctatcg
481     gagtgacggc  acctgagaag  aaagccccgn  ctaactacgt  nncagcagcc  gcggtnatac
541     gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggtcntttaa
601     gtctggtgtt  taaggccaag  gctcaacctc  ggttcgcact  ggaaactggg  tgacttgagt
661     gcagaagagg  agagtggaat  cccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagatat  gtggaggaac
721     accagtggcg  aaggcgactc  tctgggctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtnggga
781     gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgaatgct  aggtgttagg
```

841　ggtttcgata　cccttggtgc　cgaagttaac　acattaagca　ttccgcctgg　ggagtacggt
901　cgcaagactg　aaactcaaag　gaattgacgg　ggacccgcac　aagcagtgga　gtatgtggtt
961　tacttcgaag　caacgcgaag　aaccttacca　agtcttgaca　tccctctgaa　tcctctagag
1021　atagaggcgg　ccttcggnac　agaggtgaca　ggtggtgcat　ggttgtcgtc　agctcgtgtc
1081　gtgagatgtt　gggttaagtc　ccgcaacgag　cgcaaccctt　gattttagtt　gccagcactt
1141　cgggtgggca　ctctagaatg　actgccggtg　acaanccgga　ggaaggcggg　gatgacgtca
1201　nntcatcatg　ccccttatga　cttgggctac　acacgtacta　caatggccag　tacaacggga
1261　agcgaagtcg　cgaggtggag　ccaatcctat　caaagctggt　ctcagctcgg　nttgcaggct
1321　gcaacccgcc　tgtatgaagt　cggaattgct　agtaatcgcg　gatcagcatg　ccgcggtgaa
1381　tacgttcccg　ggtcttgtac　acaccgcccg　tcacaccacg　agagtttaca　acaccc

541. *Paenibacillus chinjuensis*（晋州类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-29。*Paenibacillus chinjuensis* Yoon et al.，2002，sp. nov.（晋州类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**WN9 = DSM 15045 = KCTC 8951P = JCM 10939。**★16S rRNA 基因序列号：**AF164345。**★种名释意：***chinjuensis* 意为模式菌株分离自韩国晋州，故中文名称为晋州类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *chinjuensis*，of Chinju，the city in Korea where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $WN9^T$ 分离于韩国晋州土壤样品。**★形态特征：**革兰氏阳性菌，革兰氏染色可变，产芽胞，杆状［（0.8～1.1）μm ×（3.0～5.0）μm），以周生鞭毛运动，形成芽胞，胞囊膨大。兼性厌氧。在胰蛋白胨大豆琼脂平板上培养 3～4 d，菌落呈现亮粉色、光滑、有光泽、圆形、凸起。在老的培养物中，菌落平整，有些不规则。**★生理特性：**生长的温度为 20～45℃（最适温度为 30～37℃），温度低于 15℃或高于 50℃菌株不能生长，最适 pH 为 6.5～7.3，pH 低于 4.5 或高于 9.0 菌株生长缓慢，盐浓度高于 2%（w/v）条件下，菌株不能生长。**★生化特性：**氧化酶、过氧化氢酶和 DNA 酶反应为阳性，脲酶反应为阴性；能水解熊果苷、酪蛋白、七叶苷、明胶、淀粉和吐温 80，不能水解弹性蛋白、次黄嘌呤、酪氨酸和黄嘌呤。下列化合物能产酸：D-纤维二糖、葡萄糖、麦芽糖、D-甘露糖、D-核糖和海藻糖。下列化合物不能产酸：L-阿拉伯糖、D-果糖、D-半乳糖、甘油、菊糖、乳糖、D-甘露醇、D-蜜三糖、L-鼠李糖、水杨苷、D-山梨糖醇、淀粉或 D-木糖。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$；主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 $WN9^T$ 隶属于 *Paenibacillus*，与 *P. validus* DSM 3037^T 亲缘关系最近，DNA-DNA 杂交结果表明菌株 $WN9^T$ 与 *P. alginolyticus* DSM 5050^T、*P. chondroitinus* DSM 5051^T、*P. larvae* subsp. *pulvifaciens* DSM 3615^T 和 *P. validus* DSM 3037^T 的关联度分别为 3.7%、3.0%、4.0%和 7.2%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc　ggacccttcg　gggttagcgg
61　cggacgggtg　agtaacacgt　aggcaacctg　cctgtaagat　cgggataact　accggaaacg
121　gtagctaaga　ccggatagct　ggttttctcg　catgagggaa　tcatgaaaca　cggagcaatc
181　tgtggcttac　ggatgggcct　gcggcgcatt　agctagtagg　tgaggtaacg　gctcacctag
241　gcgacgatgc　gtagccgacc　tgagagggtg　atcggccaca　ctgggactga　gacacggccc
301　agactcctac　gggaggcagc　agtagggaat　cttccgcaat　gggcgaaagc　ctgacggagc

```
361    aacgccgcgt gagtgatgaa ggttttcgga tcgtaaagct ctgttgccag ggaagaacgc
421    ccgggagagt aactgctctc ggggtgacgg tacctgagaa gaaagccccg gctaactacg
481    tgccagcagc cgcggtaata cgtagggggc aagcgttgtc cggaattatt gggcgtaaag
541    cgcgcgcagg cggttttta agtctggtgt ttaagcccgg ggctcaaccc cggttcgcat
601    cggaaactga gagactggag tgcaggagag gaaagcggaa ttccacgtgt agcggtgaaa
661    tgcgtagaga tgtggaggaa caccagtggc gaaggcggct ttctggactg taactgacgc
721    tgaggcgcga aagcgtgggg agcaaacagg attagatacc ctggtagtcc acgccgtaaa
781    cgatgagtgc taggtgttag gggtttcgat acccttggtg ccgaagtcaa cacaataagc
841    actccgcctg gggagtacgc tcgcaagagt gaaactcaaa ggaattgacg gggacccgca
901    caagcagtgg agtatgtggt ttaattcgaa gcaacgcgaa gaaccttacc aggtcttgac
961    atccctctga aaggcctaga gataggcccg gccttcggga cagaggagac aggtggtgca
1021   tggttgtcgt cagctcgtgt cgtgagatgt tgggttaagt cccgcaacga gcgcaaccct
1081   tgactttagt tgccagcatt cagttgggca ctctagagtg actgccggtg acaaaccgga
1141   ggaaggtggg gatgacgtca aatcatcatg ccccttatga cctgggctac acacgtacta
1201   caatggccgg tacaacggga agcgaaggag cgatccggag cgaatcctta gaagccggtc
1261   tcagttcgga ttgcaggctg caactcgcct gcatgaagtc ggaattgcta gtaatcgcgg
1321   atcagcatgc cgcggtgaat acgttcccgg gtcttgtaca caccgcccgt cacaccacga
1381   gagtttacaa cacccgaagt cggtggggta accgcaagga gccagccgcc gaaggtgggg
1441   tagatgattg gggtgaagtc gtaacaaggt agccgtatcg gaaggtgc
```

542. *Paenibacillus chitinolyticus*（解几丁质类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-30。*Paenibacillus chitinolyticus*（Kuroshima et al.，1996）Lee et al.，2004，comb. nov.（解几丁质类芽胞杆菌）= *Bacillus chitinolyticus* Kuroshima et al.，1996，sp. nov.。**★模式菌株：**EAG-3 = CIP 104914 = DSM 11030= IFO（now NBRC）15660 = JCM 12162 = KCTC 3791 = LMG 18047 = NRRL B-23119。**★16S rRNA 基因序列号：**AB045100。**★种名释意：***chitinolyticus* 中 *chitinum* 为几丁质之意，*lutikos* 为降解之意，故其中文名称为解几丁质类芽胞杆菌[N.L. n. *chitinum*，chitin；Gr. adj. *lutikos*，able to loose，able to dissolve；N.L. adj. *lyticus*（from Gr. adj. *lutikos*），dissolving；N.L. masc. adj. *chitinolyticus*，decomposing chitin]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 EGA-3^{T} 从日本鹿儿岛县卡亚林地土壤中分离得到。**形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.6）μm ×（1.7～3.0）μm］，革兰氏染色可变（有些细胞为革兰氏染色阴性），厌氧，以周生鞭毛运动。芽胞椭球形，胞囊膨大。**★生理特性：**最适生长温度是 25～37℃；最高生长温度是 42～45℃；最低生长温度是 18～20℃。**★生化特性：**硝酸盐被还原成亚硝酸盐；过氧化氢酶为阳性反应；产乙酰甲基甲醇；V-P 培养基的 pH 是 5.4～5.6。利用 D-葡萄糖产酸不产气。利用下列化合物不产酸：L-阿拉伯糖、D-木糖和 D-甘露糖醇；能水解酪蛋白；水解明胶反应可变；不能水解淀粉；甲壳素能降解；不能利用柠檬酸盐和丙酸盐。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.3 mol%～52.8 mol%。16S rRNA 序列系统发育分析显示 *Bacillay chitinolyticus* KCTC 3791^{T} 系统发育上接近 *P. chinjuensis* WN9^{T}（95.2%序列同源性）。16S rRNA 基因序列如下。

1	aacgctggcg	gcgtgcctaa	tacatgcaag	tcgagcggac	ttgatgagaa	gcttgcttct
61	ctgatagtta	gcggcggacg	ggtgagtaac	acgtaggcaa	cctgcctgta	agatcgggat
121	aactaccgga	aacggtagct	aagaccggat	aaccggtttc	tccgcatgga	gagatcgtga
181	aacacggagc	aatctgtggc	ttacggatgg	gcctgcggcg	cattagctag	ttggtgaggt
241	aacggctcac	caaggcgacg	atgcgtagcc	gacctgagag	ggtgaacggc	cacactggga
301	ctgagacacg	gcccagactc	ctacgggagg	cagcagtagg	gaatcttccg	caatggacgc
361	aagtctgacg	gagcaacgcc	gcgtgagtga	tgaaggtttt	cggatcgtaa	agctctgttg
421	ccagggaaga	acgccaagga	gagtaactgc	tctttgggtg	acggtacctg	agaagaaagc
481	cccggctaac	tacgtgccag	cagccgcggt	aatacgtagg	gggcaagcgt	tgtccggaat
541	tattgggcgt	aaagcgcgcg	caggcggttt	tttaagtctg	gtgtttaatc	ccgaggctca
601	acctcggttc	gcaccggaaa	ctgggagact	ggagtgcagg	agaggaaagt	ggaattccac
661	gtgtagcggt	gaaatgcgta	gagatgtgga	ggaacaccag	tggcgaaggc	gactttntgg
721	cctgtaactg	acgctgaggc	gcgaaagcgt	ggggagcaaa	caggattaga	taccctggta
781	gtccacgccg	taaacgatgc	atgctaggtg	ttaggggttt	cgataccctt	ggtgccgaag
841	ttaacacagt	aagcatgccg	cctggggagt	acgctcgcaa	gagtgaaact	caaaggaatt
901	gacggggacc	cgcacaagca	gtggagtatg	tggtttaatt	cgaagcaacg	cgaagaacct
961	taccaggtct	tgacatccct	ctgaccggct	tagagataag	cctttccttc	gggacagagg
1021	tgacaggtgg	tgcatggttg	tcgtcagctc	gtgtcgtgag	atgttgggtt	aagtcccgca
1081	acgagcgcaa	cccttgaact	tagttgccag	caggtgaagc	tgggcactct	aagttgactg
1141	ccggtgacaa	accggaggaa	ggcggggatg	acgtcaaatc	atcatgcccc	ttatgacctg
1201	ggctacacac	gtactacaat	ggccggtaca	acgggaagcg	aagccgcgag	gtggagccaa
1261	tcctacaaaa	gccggtctca	gttcggattg	caggctgcaa	ctcgcctgca	tgaagtcgga
1321	attgctagta	atcgcggatc	agcatgccgc	ggtgaatacg	ttcccgggtc	ttgtacacac
1381	cgcccgtcac	accacgagag	tttacaacac	ccgaagtcgg	tgaggtaacc	gcaaggggcc
1441	agccgccgaa	ggtggggtag	atgattgggg	tgaagtcgta	acaag	

543. *Paenibacillus chondroitinus*（软骨素类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-31。*Paenibacillus chondroitinus*（Nakamura，1987）Shida et al.，1997，comb. nov.（软骨素类芽胞杆菌）= *Bacillus chondroitinus*Nakamura，1987，sp. nov.。**★模式菌株：**HSCC 176 = ATCC 51184= CCUG 28527= CFBP 4265 = CIP 103123 = DSM 5051 = IFO（now NBRC）15376 = JCM 9072 = LMG 18040 = NRRL NRS-1351。**★16S rRNA 基因序列号：**D82064。**★种名释意：***chondroitinus* 为软骨素之意，故其中文名称为软骨素类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *chondroitinus*，of chondroitin，pertaining to chondroitin）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 HSCC 176^T 从土壤中分离得到。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～1.0）μm ×（3.0～5.0）μm］，革兰氏阳性，能运动，好氧，单生或短链状生长，形成芽胞，椭球形，胞囊膨大。28℃上培养 3 d 后形成的菌落直径为 1.0～2.0 mm、无色素、透明、光滑、圆形、全缘。**★生理特性：**大部分菌株生长 pH 为 5.6 或 5.7；在 3% NaCl 溶液和 0.001%溶菌酶中菌株的生长受到抑制；最适生长温度是 28～30℃；最高生长温度是 35～40℃；最低生长温度是 5～10℃。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性；氧化酶为阴性；不产吲哚和 H_2S；V-P 反应为阴性；V-P 培养基上培养 7 d 后 pH 高于 5.5；

不能把硝酸盐还原成亚硝酸盐；能水解海藻酸钠、淀粉、吐温 80 和脲酶；不能水解酪蛋白、蛋黄卵磷脂和酪氨酸；不能降解精氨酸、赖氨酸和鸟氨酸；不能利用柠檬酸盐、富马酸盐和琥珀酸盐。利用下列化合物产酸不产气：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖醇、D-甘露糖、蜜二糖、L-鼠李糖、D-核糖、水杨苷、蔗糖、海藻糖和 D-木糖。不能发酵山梨糖醇。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 47 mol%～48 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，6 个 *Bacillus* 种类与 *P. lautus* 的同源性均高于 97.1%，因此将它们重分类为 *Paenibacillus* 的成员。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gagagtttga  tcctggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61      cggagcactt  cggtgcttag  cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtaggcaac  ctgcctataa
121     gactgggata  actatcggaa  acgatagcta  agaccggata  actggttttc  tcgcatgaga
181     ggatcatgaa  acacggagca  atctgtggct  tatagatggg  cctgcggcgc  attagctagt
241     tggtgaggta  acggcncacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg  gtgaacggcc
301     acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttccgc
361     aatggacgca  agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgagtgat  gaaggttttc  ggatcgtaaa
421     gctctgttgc  cctagacgaa  tagcagcagg  agtaactgcc  tgttgtgtga  cggtatagga
481     gaagaaagcc  ccggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggg  ggcaagcgtn
541     gtccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggttaa  ntaagttggg  tgtttaagcc
601     cggggntcaa  ccccggttcg  catccaaaac  tggttgactt  gagtgtagga  gaggaaagtg
661     gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  agatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg
721     actttctggc  ctataactga  cgctgaggcg  cgaaagcgtg  gggagcaaac  aggattagat
781     accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgca  tactaggtgt  tggggattcg  attcctcggt
841     gccgaagtta  acacagtaag  tatgccgcct  ggggagtacg  ctcgcaagag  tgaaactcaa
901     aggaattgac  ggggacccgc  acaagcagtg  gagtatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga
961     agaaccttac  caggtcttga  catcncnctg  tatcncctag  agatagggtc  cctcttcgga
1021    gcagcggaga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag
1081    tcccgcagcg  agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcat  ttcggatggg  cactctaaga
1141    tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggtgacgt   caaatcatca  tgccccttat
1201    gacctgggct  acacacgtac  tacaatggtc  ggtacaacgg  gaagcgaagc  cgcgaggtgg
1261    agccaatcct  tataagccga  tctcagttcg  gattgcaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag
1321    tcggaattgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc  gggtcttgta
1381    cacaccgccc  gtcacaccac  gagagtttac  aacaccc
```

544. *Paenibacillus chungangensis*（中央类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-32。*Paenibacillus chungangensis* Park et al.，2011，sp. nov.（中央类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CAU 9038 = CCUG 59129 = KCTC 13717。**★16S rRNA 基因序列号：**GU187432。**★种名释意：***chungangensis* 为韩国中央大学（该种的分类学研究在此完成）之意，故其中文名称为中央类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *chungangensis*，pertaining to Chung-Ang University，where taxonomic studies on the type strain were performed）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CAU 9038[T] 分离于韩国济州岛潮坪沉积物样品。**★形态特征：**革兰氏阳性菌，可运动，产芽胞，短杆状［（1.1～1.3）μm ×0.3 μm］，严格需氧。在 TSA 平板上培养 72 h，菌落呈现黄色、圆形、凸起。**★生理特性：**生长的温度为 20～45℃（最适温度为 30℃），生长的 pH 为 5.0～11.0（最适 pH 为 7.0），生长的盐浓度为 0～15%（w/v）条件下（最适 3%）。**★生化特性：**氧化酶、过氧化氢酶反应为阳性，脲酶反应为阴性。下列化合物能产酸：纤维二糖、糖原和 5-酮基葡萄糖酸。柠檬酸盐利用和硝酸盐还原反应为阳性。C4 酯酶、亮氨酸、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、β-半乳糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶具有活性。整个细胞含有核糖。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$，还有少量的 iso-$C_{14:0}$、$C_{16:0}$、$C_{17:0}$、$C_{10:0}$、iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{16:1\omega11c}$ 和 $C_{14:0}$；主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要极性脂为磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.6 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 CAU 9038[T] 与 *P. thailandensis* S3-4A[T] 和 *P. agaridevorans* DSM 1355[T] 的同源性分别为 96.1%和 95.3%，与 *P. montaniterrae* MXC2-2[T]、*P. granivorans* A30[T]、*P. nanensis* MX2-3[T]、*P. agarexedens* DSM 1327[T]、*P. harenae* B519[T]、*Fontibacillus aquaticus* GPTSA19[T] 和 *P. alkaliterrae* KSL-134[T] 的同源性均为 95.1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       tgcttgcact  ctgaaggtta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtaggtaa  cctgccccta
61      agatcgggat  aacattcgga  aacggatgct  aataccggat  aatcgattcc  ttcgcatgag
121     ggratcggga  aaggcggagc  aatctgtcac  ttggggatgg  acctgcggcg  cattagctag
181     ttggtggggt  aacggcccac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc
241     cacactggga  ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg
301     caatggacga  aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  tgaaggttct  cggatcgtaa
361     agctctgttg  ccagggaaga  acgctgtgga  gagtaactgc  tccacaggtg  acggtacctg
421     agaagaaagc  cccggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  gggcaagcgt
481     tgtccggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggtcg  attaagtctg  gtgtataagg
541     ctagggctca  accctggttc  gcactggaaa  ctggtggact  tgagtacaga  agaggaaagt
601     ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc
661     gactttctgg  gctgtaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcaaa  caggattaga
721     taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  atgctaggtg  ttaggggttt  cgataccctt
781     ggtgccgaag  ttaacacatt  aagcattccg  cctggggagt  acggtcgcaa  gactgaaact
841     caaaggaatt  gacggggacc  cgcacaagca  gtggagtatg  tggtttaatt  cgaagcaacg
901     cgaagaacct  taccaggtct  tgacatccct  ctgaccggta  cagagatgta  cctttccttc
961     gggacagagg  agacaggtgg  tgcatggttg  tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgggtt
1021    aagtcccgca  acgagcgcaa  cccttaggtc  tagttgccag  caggtraagc  tgggcactct
1081    agaacgactg  ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccc
1141    ttatgacctg  ggctacacac  gtactacaat  ggtcgataca  acgggaagcg  aagccgcgag
1201    gcggagccaa  tcctatcaaa  gtcgatctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca
1261    tgaagtcgga  attgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggtc
1321    ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  tttacaacac  ccgaagtcgg  tggggtaacc
1381    cgcaagggag  ccagccgccg  aaggtggggt  agatgattgg  ggtgaagtcg  taacaaggta
1441    gccgtatcgg  aaggtgcggc  tgtccaccc
```

545. *Paenibacillus cineris*（火山灰类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-33。*Paenibacillus cineris* Logan et al.，2004，sp. nov.（火山灰类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Logan collection no. B1768 = isolate SSI068 = CIP 108109 = LMG 18439。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ575658。**★种名释意：***cineris* 为火山灰之意，故其中文名称为火山灰类芽胞杆菌（L. gen. masc. n. *cineris*，of/from ash，referring to the volcanic，ash-based soil from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 LMG 18439^T 分离于南极洲一个群岛火山的一个活跃喷气孔灰色土壤样品。**★形态特征：**革兰氏阴性菌或革兰氏染色可变，可运动，形成芽胞，兼性厌氧，圆端形杆状［（0.7～0.9）μm×（2.5～4.0）μm］，单个或成对出现，BFA 培养基上 30℃生长 2～3 d 会形成芽胞，肿胀的胞囊端生椭圆形芽胞。在营养琼脂 30℃培养 2 d，菌落微凸起、透明、有光泽、米色至浅灰色、直径 1～5 mm。**★生理特性：**最低生长温度为 8～15℃，最高生长温度为 50℃，最低生长 pH 为 5.0～6.5，最适 pH 为 7.0，最大 pH 为 7.5～11.0，盐浓度 3%（w/v）条件下生长，盐浓度高于 5%不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶反应为阳性，能水解酪蛋白但水解活性弱。在 API 20E 反应中，能水解 ONPG，硝酸盐还原呈阳性，V-P 反应可变或弱阳性。不能水解明胶，精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸利用率、产硫化氢、色氨酸脱氨酶、脲酶和产吲哚反应为阴性。能水解七叶苷。API 50CH 反应显示下列碳水化合物能产酸不产气：N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁糖、D-纤维二糖、L-阿拉伯糖、熊果苷、果糖、半乳糖、龙胆二糖、葡萄糖、肌醇、乳糖、麦芽糖、甘露醇、D-松三糖、D-蜜二糖、D-葡萄糖苷甲酯、D-甘露糖苷甲酯（弱）、木糖苷甲酯、D-棉籽糖、核糖、水杨苷、淀粉、蔗糖、D-海藻糖、D-松二糖和 D-木糖。下列碳水化合物能产酸不产气是可变的：D-阿拉伯糖、糖原、菊糖、D-甘露糖和山梨糖醇（弱阳性）。下列碳水化合物不能产酸：核糖醇、DL-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、DL-海藻糖、甘油、葡萄糖酸、2-酮基-D-葡萄糖酸盐、5-酮基-D-葡萄糖酸盐、D-木糖、鼠李糖、L-山梨糖、D-己酮糖、L-木糖和木糖醇。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.5 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 LMG 18439^T 与 *P. azoreducens* 的同源性为 97.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggacttgatg  gagagcttgc
61    tctcctgatr  gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag  gcaacctgcc  tgcaagaccg
121   ggataaccca  cggaaacgtg  agctaatacc  ggatatctca  tttcctctcc  tgagggratg
181   atgaaagacg  gagcaatctg  tcacttgcgg  atgggcctgc  ggcgcattag  ctagttggtg
241   aggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgaa  cggccacact
301   gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg
361   gcgaaagcct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc  gtaaagctct
421   gttgccaggg  aagaacgtcc  grtagagtaa  ctgctatcgg  agtgacggta  cctgagaaga
481   aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  tagggggcaa  gcgttgtccg
541   gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtcatttaag  tctggtgttt  aaggccaagg
601   ctcaaccttg  gttcgcactg  gaaactgggt  gacttgagtg  cagaagagga  gagtggaatt
661   ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagatatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgactct
```

```
721     ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781     ggtagtccac  gccgtaaacg  atgaatgcta  ggtgttaggg  gtttcgatac  ccttggtgcc
841     gaagttaaca  cattaagcat  tccgcctggg  gagtacggtc  gcaagactga  aactcaaagg
901     aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961     accttaccag  gtcttgacat  ccctctgacc  ggtctagaga  tagacctttc  cttcgggaca
1021    gaggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc
1081    cgcaacgagc  gcaacccttg  attttagttg  ccagcacttc  gggtgggcac  tctagaatga
1141    ctgccggtga  caaaccggag  gaaggcgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac
1201    ctgggctaca  cacgtactac  aatggccagt  acaacgggaa  gcgaagccgc  gaggtggagc
1261    caatcctatc  aaagctggtc  tcagttcgga  ttgcaggctg  caactcgcct  gcatgaagtc
1321    ggaattgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg  gtcttgtaca
1381    caccgcccgt  cacaccacga  gagtttacaa  cacccgaagt  cggtgaggta  accgcaagga
1441    gccagccgcc  gaaggtgggg  tagatgattg  gggtgaagtc  gtaacaaggt  agccgtatcg
1501    gaagg
```

546. *Paenibacillus contaminans*（污染类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-34。*Paenibacillus contaminans* Chou et al.，2009，sp. nov.（污染类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CKOBP-6 = BCRC 17728 = LMG 24216。**★16S rRNA 基因序列号：**EF626690。**★种名释意：***contaminans* 为污染之意，故其中文名称为污染类芽胞杆菌（ L. part. adj. *contaminans*，contaminating)。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CKOBP-6^T 分离于实验室污染平板样品。**★形态特征：**革兰氏染色可变，可运动，形成芽胞，兼性厌氧，细胞杆状[（0.8～1.0）μm ×（2.0～3.0）μm]。**★生理特性：**生长温度为 10～37℃，pH 为 6.5～8.0，最适 pH 为 7.0，盐浓度为 0～2.0%（w/v）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶反应为阳性，能水解酪蛋白但水解力弱。DNA 酶、细胞色素氧化酶和过氧化氢酶具有活性，下列反应为阴性：脂肪酶（以玉米油为反应底物）和水解牛奶、淀粉、吐温 20、吐温 40、吐温 60、吐温 80。下列反应为阳性：β-半乳糖苷酶、利用柠檬酸盐、产 3-羟基丁酮。葡萄糖、阿拉伯糖和鼠李糖能产酸。下列反应为阳性：精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶、白明胶酶、产硫化氢和吲哚。下列化合物能产酸：甘露醇、肌醇、山梨糖醇、蔗糖、蜜二糖和苦杏仁糖。API 20 NE 酶试验显示，β-半乳糖苷酶、七叶苷水解、葡萄糖和麦芽糖的同化为阳性反应；硝酸不能被还原为亚硝酸，产吲哚、葡萄糖酸化、精氨酸双水解酶、脲酶、白明胶酶、阿拉伯糖同化、甘露糖、甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、己二酸、苹果酸、柠檬酸、乙酸苯酯反应为阴性。API ZYM 酶测定显示，C4 酯酶为阳性，亮氨酸芳基酰胺酶、β-半乳糖苷酶和 N-乙酰-β-葡萄糖胺苷酶为阳性反应，下列反应为阴性：C8 酯酶、C14 酯酶、缬氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖酸酯、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶、α-岩海糖苷酶。API 50CH 显示下列化合物可被利用作为碳源：甘油、葡萄糖、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁糖、熊果苷、纤维二糖、麦芽糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、龙胆二糖和松二糖。下列化合物不能被利用作为碳源：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-

半乳糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-甘露糖醇、山梨糖醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、七叶苷、柠檬酸铁、水杨苷、D-乳糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、D-木糖醇、木糖、D-己酮糖、D-果糖、L-果糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾和5-酮基葡萄糖酸钾。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.2 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 CKOBP-6^T 与 *Paenibacillus* 模式菌株的同源性为 94.6%，在系统发育树上 CKOBP-6^T 成为独立分支，与 *P. chitinolyticus* NBRC 15660^T 同源性为 94.6%，与 *P. gansuensis* KCTC 3950^T 和 *P. terrigena* A35^T 同源性为 93.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc ggatctttcc ttcgggaaag gttagcggcg
61    gacgggtgag taacacgtag gcaacctgcc tgtaagatcg ggataactca cggaaacgtg
121   tgctaaaacc ggataggtgg tttctcctcc tggagagatc aggaaagacg gcgcaagctg
181   tcacttacag atgggcctgc ggcgcattag ctagttggtg aggtaacggc tcaccaaggc
241   gacgatgcgt agccgacctg agagggtgaa cggccacact gggactgaga cacggcccag
301   actcctacgg gaggcagcag tagggaatct tcggcaatgg acgaaagtct gaccgagcaa
361   cgccgcgtga gtgatgaagg ttttcggatc gtaaaactct gttgccaggg aagaaggatg
421   aggagagtaa ctgctcttca tttgacggta cctgagaaga aagccccggc taactacgtg
481   ccagcagccg cggtaatacg tagggggcaa gcgttgtccg gaattattgg gcgtaaagcg
541   cgcgcaggcg gtcttttaag ttcggtgttt aaacccaggg ctcaaccttg ggtcgcactg
601   gaaactggga gactggagtg taggagagga aagtggaatt ccacgtgtag cggtgaaatg
661   cgtagagatg tggaggaaca ccagtggcga aggcgacttt ctggcctata actgacgctg
721   aggcgcgaaa gcgtggggag caaacaggat tagataccct ggtagtccac gccgtaaacg
781   atgcatgcta ggtgttaggg gtttcgatac ccttggtgcc gaagtaaaca cattaagcat
841   gccgcctggg gagtacgctc gcaagagtga aactcaaagg aattgacggg gacccgcaca
901   agcagtggag tatgtggttt aattcgaagc aacgcgaaga accttaccag gtcttgacat
961   ctggatgcaa gcactagaga tagtgccctc cttcgggaca tccaagacag gtggtgcatg
1021  gttgtcgtca gctcgtgtcg tgagatgttg ggttaagtcc cgcaacgagc gcaacccttg
1081  atcttagttg ccagcattga gttgggcact ctaggatgac tgccggtgac aaaccggagg
1141  aaggtgggga tgacgtcaaa tcatcatgcc ccttatgacc tgggctacac acgtactaca
1201  atggccggta caacgggctg cgaagccgcg aggtggagcc aatcctaaaa agccggtctc
1261  agttcggatt gcaggctgca actcgcctgc atgaagtcgg aattgctagt aatcgcggat
1321  cagcatgccg cggtgaatac gttcccgggt cttgtacaca ccgcccgtca caccacgaga
1381  gtttacaaca cccgaagtcg gtgaggtaac cgcaaggagc cagccgccga aggtggggta
1441  gatgattggg gtgaagtcgt aacaaggtag cc
```

547. *Paenibacillus cookii*（库氏类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-35。*Paenibacillus cookii* Logan et al.，2004，sp. nov.（库氏类芽胞杆菌）**★模式菌株：**Logan collection no. B1718 = isolate SSI018 = CIP 108110 = LMG 18419。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ250317。**★种名释意：***cookii* 意为 Cook，旨在纪念于 1775 年发现圣烛节岛的 James Cook 船长，故其中文名称为库氏类芽胞杆菌[N.L. gen.

n. *cookii*，of Cook，referring to Captain James Cook，of HMS Resolution，who discovered Candlemas Island on Candlemas Day（2 February），1775]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 LMG 18419[T] 分离于南极洲一个群岛火山的一个活跃喷气孔。**★形态特征：**营养细胞革兰氏阳性或革兰氏染色可变，可运动，杆状［（0.6～0.8）μm ×（3.0～3.5）μm］，单个或成对出现。BFA 培养基上 30℃生长 2～3 d 会产芽胞，芽胞椭圆形，端生，胞囊膨大。兼性厌氧。在营养琼脂上 30℃培养 2 d，菌落呈现黄色、凸起、透明但中间不透明，直径 1～4 mm。**★生理特性：**生长最低温度为 15～20℃，生长最高温度为 50℃，生长最低 pH 为 5.0～5.5，最适 pH 为 7.0，最大 pH 为 7.5～10.0，盐浓度 5%（w/v）条件下生长，盐浓度高于 7%不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阳性，氧化酶反应弱阳性，能水解酪蛋白但水解活性弱。在 API 20 E 反应中，能水解 ONPG，V-P 反应和硝酸盐还原为阳性。水解明胶是可变的，精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸盐利用、产硫化氢、脲酶、色氨酸脱氨酶和产吲哚反应为阴性。API 50CH 试验能利用 CHB 悬浮和七叶苷悬浮介质。下列碳水化合物能产酸不能产气：苦杏仁糖、L-阿拉伯糖、熊果苷、半乳糖、龙胆二糖、葡萄糖、甘油、糖原、乳糖、麦芽糖、D-松三糖、D-蜜二糖、甲基-D-葡萄糖苷、甲基-木糖苷、D-棉籽糖、核糖、水杨苷、淀粉、蔗糖、D-海藻糖、D-松三糖、D-木糖。下列碳水化合物能产酸不能产气是可变的：N-乙酰葡萄糖胺、果糖（弱）、L-海藻糖、葡萄糖酸（弱）、5-酮基-D-葡萄糖酸盐（弱）、D-甘露糖、D-甘露糖苷甲酯。下碳水化合物不能产酸：核糖醇、D-阿拉伯糖、D-阿糖醇或 L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-海藻糖、*meso*-肌醇、菊糖、2-酮基-D-葡萄糖酸盐、D-木糖、甘露醇、鼠李糖、山梨糖醇、L-山梨糖、D-己酮糖、L-木糖和木糖醇。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.6 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 LMG 18419[T] 与 *P. azoreducens* 的同源性为 97.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gcggcgtgcc  taatacatgc  aagtcgagcg  gasttgatga  rgagcttgct  cyyctgakrs
61    ttagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtagg  caacctgccc  gtaagaccgg  gataactacc
121   ggaaacggta  gctaataccg  gataatttat  cgcttcgcat  ggagcggtaa  tgaaagacgg
181   agcaatctgt  cacttacgga  tgggcctgcg  gcgcattagc  tagttggtga  ggtaacggct
241   caccaaggcg  acgatgcgta  gccgacctga  gagggtgaac  ggccacactg  ggactgagac
301   acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt  ccgcaatggg  cgaaagcctg
361   acggagcaac  gccgcgtgag  tgatgaaggt  tttcggatcg  taaagctctg  ttgccaggga
421   agaacgtcgg  gtagagtaac  tgctayccga  gtgacggtac  ctgagaagaa  agccccggct
481   aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  agggggcaag  cgttgtccgg  aattattggg
541   cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  tcacttaagt  ctggtgttta  aggctagggc  tcaactctag
601   ttcgcactgg  aaactgggtg  acttgagtgc  agaagaggaa  agtggaattc  cacgtgtagc
661   ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactttc  tgggctgtaa
721   ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg
781   ccgtaaacga  tgaatgctag  gtgttagggg  tttcgatacc  cttggtgccg  aagttaacac
841   attaagcatt  ccgcctgggg  agtacggtcg  caagactgaa  actcaaagga  attgacgggg
901   acccgcacaa  gcagtggagt  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg
961   tcttgacatc  cctctgaatc  ctctagagat  agaggcggcc  ttcgggacag  aggagacagg
```

1021	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt	gagatgttgg	gttaagtccc	gcaacgagcg
1081	caacccttga	ttttagttgc	cagcacttta	aggtgggcac	tctagaatga	ctgccggtga
1141	caaaccggag	gaaggcgggg	atgacgtcaa	atcatcatgc	cccttatgac	ctgggctaca
1201	cacgtactac	aatggccagt	acaacgggaa	gcgaagtcgc	gagacggagc	caatcctatc
1261	aaagctggtc	tcagttcgga	ttgcaggctg	caacccgcct	gcatgaagtc	ggaattgcta
1321	gtaatcgcgg	atcagcatgc	cgcggtgaat	acgttcccgg	gtcttgtaca	caccgcccgt
1381	cacaccacga	gagtttacaa	cacccgaagt	cggtggggta	accgcaagga	gccagccgcc
1441	gaaggtgggg	tagatgattg	gggtgaagtc	gtaacaaggt	agccgtatcg	gaagg

548. *Paenibacillus cucumis*（黄瓜类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-36。*Paenibacillus cucumis* Ahn et al.，2014，sp. nov.（黄瓜类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CO 4-7 = KACC 17444 = JCM 19515。**★16S rRNA 基因序列号：**KF289905。**★种名释意：***cucumis* 为黄瓜之意，故其中文名称为黄瓜类芽胞杆菌（cu′cu.mis. L. gen. n. *cucumis* of the cucumber，referring to the isolation source of the type strain，a soil cultivated with cucumber plants）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CO 4-7^{T} 分离自韩国温室黄瓜的根际土壤。**★形态特征：**严格好氧，为革兰氏阳性，形成芽胞，可运动，杆状［（0.4～0.7）μm ×（2.5～3.2）μm］。在 R2A 培养基上的菌落黄粉色，不规则，凸起，边缘整齐。**★生理特性：**可以在 TSA、NA、LB 和 MA 培养基上生长。菌株生长温度为 10～45℃（最适温度为 30℃），生长 pH 为 6.0～7.5（最适 pH 为 6.5），盐浓度为 0～5%的氯化钠（最适为 0.5%）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解淀粉、羟甲基-纤维素、吐温 40 和吐温 60，不能水解酪蛋白、脂肪和几丁质。产 3-羟基丁酮，不产 H_2S 和吲哚。下列活性为阴性：精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶、明胶酶。由下列物质产酸：D-葡萄糖、D-甘露醇、肌醇、D-山梨醇、L-鼠李糖、D-蔗糖、D-蜜二糖和 L-阿拉伯糖（API 20E）。API 20NE 分析结果表明，β-半乳糖苷酶为阳性，但下列活性为阴性：硝酸盐还原、七叶苷水解和明胶水解；能利用葡萄糖、D-甘露糖、D-甘露醇、D-麦芽糖、葡萄糖酸和苹果酸，但不能利用 N-乙酰-葡萄糖胺、癸酸、己二酸、柠檬酸和苯乙酸。API 50CH 分析结果表明，能利用 D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、苦杏仁苷、D-纤维二糖、D-麦芽糖、D-乳糖、D-蜜二糖、D-蔗糖、D-海藻糖、D-棉籽糖、糖原、苦杏仁糖、D-松二糖、D-果糖和 L-海藻糖，不能利用甘油、赤藓糖醇、L-木糖、D-核糖醇、D-半乳糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、菊糖、D-松三糖、美沙酮、木糖醇、D-木糖、D-己酮糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸、2-酮基葡萄糖酸和 5-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油、一种未知氨基磷脂、一种未知磷脂和一种未知极性脂。主要脂肪酸（>5%）为 anteiso-$C_{15:0}$（51.8%）、$C_{16:0}$（12.7%）和 iso-$C_{16:0}$（8.6%）。细胞壁中含有 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.5 mol%。基于 16S rRNA 系统发育分析表明菌株 CO4-7^{T} 与 *P. contaminans* CKOBP-6^{T} 的同源性达 94.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       aacgctggcg  gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgagcggag  catctgatgt  agcttgctac
61      tgatgatgct  cagcggcgga  cgggtgagta  acacgtaggc  aacctgcctg  caagaccggg
121     ataacccacg  gaaacgtgag  ctaataccgg  atagatggtc  tcttcgcatg  gagggatcag
181     gaaagacgga  gcaatctgtc  acttgcggat  gggcctgcgg  cgcattagct  agtaggtgag
241     gtaacggctc  acctaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgaacg  gccacactgg
301     gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  ggcaatggac
361     gcaagtctga  ccgagcaacg  ccgcgtgagt  gaagaagggt  ttcggctcgt  aaaactctgt
421     tgccagggaa  gaacgccggt  gagagtaact  gctcaccggg  tgacggtacc  tgagaagaaa
481     gccccggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  gggggcaagc  gttgtccgga
541     attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggc  cgtttaagtc  tggtgtttaa  acccaaggct
601     caaccttggg  tcgcactaga  aactgggcgg  ctggagtgca  ggagaggaaa  gtggaattcc
661     acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag  gcgactttct
721     ggcctgtaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc  gtggggagca  aacaggatta  gataccctgg
781     tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctagg  tgttaggggt  ttcgataccc  ttggtgccga
841     agttaacaca  gtaagcactc  cgcctgggga  gtacgctcgc  aagagtgaaa  ctcaaaggaa
901     ttgacgggga  cccgcacaag  cagtggagta  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac
961     cttaccaggt  cttgacatct  gggtgaaaca  tgcagagatg  tatgcctcct  tcgggacacc
1021    caagacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg  ttaagtcccg
1081    caacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc  agcattgagt  tgggcactct  aggatgactg
1141    ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccc  ttatgacctg
1201    ggctacacac  gtactacaat  ggccggtaca  acgggaagcg  aagtggcgac  acggagcgaa
1261    tccttagaag  ccggtctcag  ttcggattgc  aggctgcaac  tcgcctgcat  gaagtcggaa
1321    ttgctagtaa  tcgcggatca  gcatgccgcg  gtgaatacgt  tcccgggtct  tgtacacacc
1381    gcccgtcaca  ccacgagagt  ttacaacacc  cgaagtcggt  ggggtaaccg  caaggggcca
1441    gccgccgaag  gtggggtaga  tgattggggt  g
```

549. *Paenibacillus curdlanolyticus*（解凝乳类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-37。*Paenibacillus curdlanolyticus* （Kanzawa et al.，1995）Shida et al.，1997，comb. nov.（解凝乳类芽胞杆菌）= *Bacillus curdlanolyticus* Kanzawa et al.，1995，sp. nov.。**★模式菌株：**YK9 = HSCC 491 = ATCC 51898= CIP 104575 = DSM 10247 = IFO（now NBRC）15724 = JCM 12163 = LMG 18050 = NRRL B-23243。**★16S rRNA 基因序列号：**AB073202。**★种名释意：***curdlanolyticus* 中 *curdlanum* 为凝胶多糖之意，*lutikos* 为降解之意，故其中文名称为解凝乳类芽胞杆菌（N.L. n. *curdlanum*，curdlan，a polysaccharide produced by bacteria；Gr. adj. *lutikos*，dissolving；N.L. masc. adj. *curdlanolyticus*，hydrolyzing curdlan）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $YK9^T$ 分离自土壤。**形态特征：**细胞杆状［（0.5～1.0）μm×（2.0～6.0）μm］、革兰氏阳性、以周生鞭毛运动、好氧。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 NA 培养基上形成的菌落不透明、扁平、光滑。**★生理特性：**在含有葡萄糖或凝胶多糖的无机盐合成培养基上的生长过程中菌落可以移动。无葡萄糖和碳源时菌株生长很弱。在 NaCl 浓度为 5%及温度为 50℃时菌株不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性反应；

氧化酶为阴性反应；V-P 试验为阴性；V-P 培养基的 pH 为 5.3～5.4；不产 H_2S 和吲哚；硝酸盐被还原成亚硝酸盐；不能水解酪蛋白；能水解尿素；能水解凝胶多糖，包括可德胶、石耳葡聚糖、淀粉和支链淀粉；不能水解羧甲基纤维素。环状 1，2-β-葡聚糖水解反应可变；菌株在 0.001%溶菌酶中能生长。利用下列化合物产酸不产气：葡萄糖、果糖、木糖、L-阿拉伯糖、甘油、蔗糖、麦芽糖、纤维二糖、乳糖、水杨苷、海藻糖和棉籽糖。利用下列化合物不产酸：半乳糖、甘露糖、鼠李糖、核糖、蜜二糖、山梨醇和甘露糖醇。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 50 mol%～52 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，6 个 *Bacillus* 种类与 *P. lautus* 的同源性均高于 97.1%，因此将它们重分类为 *Paenibacillus* 的成员。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gatcatggct  caggacgaac  gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg  agcggacttg
61     atggagtgct  tgcactcctg  anngttagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  taggcaacct
121    gcccgtaaga  ctgggataac  attcggaaac  gaatgctaat  accggatacg  cgattttctc
181    gcatgagaga  atcgggaaag  aaggagcaat  ctttcactta  cggatgggcc  tgcggcgcat
241    tagctagttg  gtggggtaat  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
301    gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa
361    tcttccgcaa  tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgaaga  aggctttcgg
421    gtcgtaaagc  tctgttgcca  gggaagaaca  cttgagagag  taactgctct  tgagttgacg
481    gtacctgaga  agaaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg
541    caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggctttgt  aagtctgtcg
601    tttaagttcg  gggctcaacc  ccgtgtcgcg  atggaaactg  caaggcttga  gtacagaaga
661    ggaaagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg
721    cgaaggcgac  tttctgggct  gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag
781    gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgaatg  ctaggtgtta  ggggtttcaa
841    tacccttggt  gccgaagtta  acacattaag  cattccgcct  ggggagtacg  ctcgcaagag
901    tgaaactcaa  aggaattgac  ggggacccgc  acaagcagtg  gagtatgtgg  tttaattcga
961    agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catccctctg  accgtcgcag  agatgtgact
1021   tcccttcggg  gcagaggaga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg
1081   ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgattttag  ttgccagcac  tttanggtgg
1141   gcactctaga  atgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggc  ggggatgacg  tcaaatcatc
1201   atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgta  ctacaatggc  cggtacaacg  ggctgcgaaa
1261   gagcgatctg  gagcgaatcc  tataaagccg  gtctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg
1321   cctgcatgaa  gtcggaattg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc
1381   cgggtcttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttta  caacacccga  agccggtggg
1441   gtaaccgcaa  ggagccagcc  gtcgaaggtg  ggtagatga   ttggggtgaa  gtcgtaacaa
1501   ggtagccgta  tcggaaggtg  cggctggatc  a
```

550. *Paenibacillus daejeonensis*（大田类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-38。*Paenibacillus daejeonensis* Lee et al.，2002，sp. nov.（大田类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**AP-20 = DSM 15491 = JCM 11236 = KCTC 3745。**★16S rRNA 基因序列号：**AF290916。**★种名释意：***daejeonensis* 意为模式菌株分离自韩国大田，故

其中文名称为大田类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *daejeonensis*，referring to Daejeon，Korea，the geographical origin of the novel species）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 AP-20[T] 分离于韩国大田土壤样品。**★形态特征：**革兰氏染色可变，以周生鞭毛运动，细胞杆状，形成芽胞、胞囊膨大。在胰蛋白胨大豆琼脂上菌落圆形、平滑、透明、白色。**★生理特性：**pH 为 7.0～13.0 条件下可能生长，pH 为 6.0 不能生长，最适 pH 为 8.0。**★生化特性：**七叶苷水解、β-半乳糖苷酶、氧化酶和过氧化氢酶反应为阳性；不能水解明胶，葡萄糖不能发酵，硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐，脲酶活性为阴性，不产 H_2S。下列化合物能产酸：甘露醇、苦杏仁糖、纤维二糖、乳糖、蜜二糖、D-棉籽糖、淀粉和糖原。下列有机体会氧化：α-环糊精、β-环糊精、糊精、糖原、苦杏仁糖、α-D-乳糖、乳果糖、麦芽三糖、D-蜜二糖、甲基-β-D-半乳糖苷、D-棉籽糖、D-核糖、木糖和甘油。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 AP-20[T] 与 *P. curdlanolyticus* IFO 15724[T]、*P. kobensis* IFO 15729[T] 及 *Paenibacillus* 其他种的同源性为 90.2%～94.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      cgctggcggc  gtgcctaata  catgcaagtc  gagcggagtt  gangagaagc  ttgcttctct
61     gaaacttagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtaggcaacc  tgcctgcaag  cctgggataa
121    ctagcgggaa  accgcagcta  ataccggata  ctgcagtcga  gatgcatatc  ttgactggga
181    aaggcggagc  aatctgtcgc  ttgtagatgg  gcctgcggcg  cattagctag  ttggtgaggt
241    aacggctcac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga
301    ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg  caatggacgc
361    aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  ggaaggcctt  cgggtcgtaa  agctctgttg
421    ccagggaaga  atgtcgagga  gagtaactgc  tcttcgaatg  acggtacctg  agaagaaagc
481    cccggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  gggcaagcgt  tgtccggaat
541    tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggctt  tgtaagtctg  gtgtttaaac  ccgaagctca
601    acttcgggtc  gcattggaaa  ctgcaaggct  tgagtgcaga  agaggaaagt  ggaattccac
661    gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc  gactttctgg
721    gctgtaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcaaa  caggattaga  taccctggta
781    gtccacgccg  taaacgatga  atgctaggtg  ttaggggttt  caataccctt  ggtgccgaag
841    ttaacacatt  aagcattccg  cctggggagt  acggtcgcaa  gactgaaact  caaaggaatt
901    gacggggacc  cgcacaagca  gtggagtatg  tggtttaatt  cgaagcaacg  cgaagaacct
961    taccaggtct  tgacatccct  ctgaccgtcc  tagagatagg  gctttccttc  gggacagagg
1021   agacaggtgg  tgcatggttg  tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgggtt  aagtcccgca
1081   acgagcgcaa  cccttgatct  tagttgccag  catttcggat  gggcactcta  ggatgactgc
1141   cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggatga  cgtcaaatca  tcatgcccct  tatgacctgg
1201   gctacacacg  tactacaatg  gccggtacaa  cgggtcgcga  agccgcgagg  tggagccaat
1261   cccagcaaag  ccggtctcag  ttcggattgc  aggctgcaac  tcgcctgcat  gaagtcggaa
1321   ttgctagtaa  tcgcggatca  gcatgccgcg  gtgaatacgt  tcccgggtct  tgtacacacc
1381   gcccgtcaca  ccacgagagt  ttacaacacc  cgaagtcggt  ggggtaaccc  gcaagggagc
1441   cagccgccga  aggtggggta  gatga
```

551. *Paenibacillus darwinianus*（达尔文类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-39。*Paenibacillus darwinianus* Dsouza et al.，2014，sp. nov.（达尔文类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Br = DSM27245 = ICMP 19912。**★16S rRNA 基因序列号：NR_118592。★种名释意：***darwinianus* 意为模式菌株分离自南极的达尔文山，故其中文名称为达尔文类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *darwinianus*，referring to Darwin Mountains，Antarctica，the geographical origin of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Br^T 分离自南极洲韦尔曼湖区域达尔文山的土壤。**★形态特征：**营养细胞革兰氏染色可变，严格好氧，杆状［（3.1～6.8）μm ×（0.67～1.3）μm］，可形成芽胞，单鞭毛。芽胞椭圆形（1.3～2.0 μm），胞囊膨大。在 PYGV 结冷胶培养基上菌落圆形，凸起，不透明，白色，边缘整齐。**★生理特性：**在 R2A 或 PYGV 培养基上，生长的温度为 15～37℃，pH 为 6～10，NaCl 浓度≤4%（w/v）；在 R2A 或 PYGV 液体培养基中的最适生长条件为 pH 7.0、18～28℃。在 TSB 和 NB 培养基上生长较弱，在 MacConkey 琼脂培养基上不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性，能水解淀粉。由下列物质产酸：D-木糖、半乳糖、葡萄糖、水杨苷、蔗糖、D-果糖和七叶苷。不能由下列物质产酸：甘油、赤藓糖醇、核糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-木糖苷、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、麦芽糖、松三糖、淀粉、糖原、D-已酮糖、D-海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸、2-酮基葡萄糖酸、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-甘露糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、纤维二糖、乳糖、蜜二糖、菊糖、棉籽糖、木糖醇、苦杏仁糖、松二糖、D-木糖、L-海藻糖和 5-酮基葡萄糖酸。不能水解酪蛋白、吐温 80 和明胶。不能利用柠檬酸。PM1 Biolog 分析结果表明，能利用下列碳源：乙酰乙酸、苯乙胺、甘氨酰-L-谷氨酸、D-葡萄糖-6-磷酸、D-半乳糖酸-γ-内酯和黏液酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（63.4%）。主要极性脂为磷脂酰乙醇胺、二磷脂酰甘油和磷脂酰甘油，还含有两种未知糖脂、两种未知磷脂和三种未知脂类。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 55.6 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 Br^T 与 *Paenibacillus* 的同源性为 93.9%～95.1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgcagtcgag  cggatttagt  cgggagcttg  ctcctgactg  agttagcggc  ggacgggtga
61    gtaacacgta  ggtaacctgc  ccgtaagacc  gggataacat  tcggaaacgg  atgctaatag
121   cggatacgca  ataccctcgc  atgggggaat  tgggaaaggc  ggagcaatct  gccgcttacg
181   gatggacctg  cggcgcatta  gctagttggt  gaggtaacgg  ctcaccaagg  cgacgatgcg
241   tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg
301   ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg
361   agtgaggaag  gccttcgggt  cgtaaagctc  tgttgccagg  gaagaacggg  taggagagta
421   actgctcttg  ccatgacggt  acctgagaag  aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc
481   gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc
541   ggctttgtaa  gtcttgtgtt  taaacgtggg  gctcaactcc  aggtcgcatg  ggaaactgca
601   aggcttgagt  gcagaagagg  aaagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat
661   gtggaggaac  accagtggcg  aaggcgactt  tctgggctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa
721   agcgtgggga  gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgaatgct
```

```
781    aggtgttagg  ggtttcgata  cccttggtgc  cgaagttaac  acattaagca  ttccgcctgg
841    ggagtacggt  cgcaagactg  aaactcaaag  gaattgacgg  ggacccgcac  aagcagtgga
901    gtatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tccccctgac
961    cgcatcagag  atggtgtttt  ccttcgggac  aggggagaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc
1021   agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatgttagtt
1081   gccagcaggt  aaagctgggc  actctaagat  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg
1141   ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtact  acaatggccg
1201   gtacaacggg  aagcgaagtc  gcgagatgga  gccaatccta  tcaaagccgg  tctcagttcg
1261   gattgcaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag  tcggaattgc  tagtaatcgc  ggatcagcat
1321   gccgcggtga  atacgttccc  gggtcttgta  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagtttac
1381   aacacccgaa  gccggtgggg  taaccgcaag  ga
```

552. *Paenibacillus dendritiformis*（树形类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-40。*Paenibacillus dendritiformis* Tcherpakov et al.，1999，sp. nov.（树形类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**T168 = 30A1 = CIP 105967。**★16S rRNA 基因序列号：**AY359885。**★种名释意：***dendritiformis* 中 *dendron* 为树之意，*-formis* 为形状之意，故其中文名称为树形类芽胞杆菌[Gr. n. *dendron*，tree；L. suff. *-formis*（from L. n. *forma*，figure，shape，appearance），-like，in the shape of；N.L. masc. adj. *dendritiformis*，tree-shaped，referring to the tree like-shapes of the colonies on agar]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $T168^T$ 分离自土壤。**★形态特征：**革兰氏阴性菌，可运动，杆状 [（0.5～1.0）μm ×（4.0～6.0）μm]，兼性厌氧。芽胞圆形、圆柱形或椭圆形，胞囊膨大。在含 2.0%琼脂、0.5%酵母提取物、1.0%蛋白胨和 1.0% NaCl 的平板上，菌落无色素、半透明、薄、光滑、不规则、直径 1.0～2.0 mm。在 0.7%～1.75%琼脂平板上，会形成复杂对称的尖端开裂（tip-splitting，T）或手掌图案（chiral，C），这是该种的特征，在琼脂含量高于 1.2%的平板上，常能看到形态从 T 到 C 转变，而在琼脂含量低于 1.5%的平板上，常能看到形态从 C 到 T 转变，长出这两种状态需要将菌株 30℃培养 48 h。**★生理特性：**菌株生长最适温度为 37℃，20℃生长弱，生长的最高温度为 45℃，生长的 pH 为 5.6～5.7，盐浓度 5%（w/v）条件下能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶反应为阳性。不产 3-羟基丁酮，产吲哚，V-P 反应的 pH 低于 6.0，硝酸盐能被还原为亚硝酸盐，能水解淀粉和酪蛋白，脲酶能被分解，蛋黄卵磷脂弱分解，吐温 80 不能被分解。酪氨酸不能被降解，乙酸、延胡索酸酯、苹果酸和琥珀酸能被利用，柠檬酸盐不能被利用。下列化合物能产酸不能产气：纤维二糖、葡萄糖、甘露糖、蔗糖和海藻糖。下列化合物不能产酸：阿拉伯糖、果糖、乳糖、甘露醇和木糖。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（43.2%）、anteiso-$C_{17:0}$（20.6%）和 iso-$C_{17:0}$（7.5%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 55 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 $T168^T$ 与 *Paenibacillus thianinolyticus* JCM 7540 的同源性为 97.3%，与 *P. thianinolyticus* JCM 8360^T 的同源性为 96.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      aacgctggcg  gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgagcggag  cggatggagt  gcttgcactc
61     ctgatgctta  gcggcggacg  ggtgagtaat  acgtaggtaa  cctgccctta  agaccgggat
121    aactcacgga  aacgtgggct  aataccggat  aggcgatttc  ctcgcatgag  ggaatcggga
```

181 aaggcggagc aatctgccac ttatggatgg acctacggcg cattagctag ttggtggggt
241 aacggctcac caaggcgacg atgcgtagcc gacctgagag ggtgatcggc cacactggga
301 ctgagacacg gcccagactc ctacgggagg cagcagtagg gaatcttccg caatggacgc
361 aagtctgacg gagcaacgcc gcgtgagtga tgaaggtttt cggatcgtaa agctctgttg
421 ccagggaaga acgctatgga gagtaactgt tccataggtg acggtacctg agaagaaagc
481 cccggctaac tacgtgccag cagccgcggt aatacgtagg gggcaagcgt tgtccggaat
541 tattgggcgt aaagcgcgcg caggcggtca tgtaagtctg gtgtttaaac ccggggctca
601 actccgggtc gcatcggaaa ctgtgtgact tgagtgcaga agaggaaagt ggaattccac
661 gtgtagcggt gaaatgcgta gagatgtgga ggaacaccag tggcgaaggc gactttctgg
721 gctgtaactg acgctgaggc gcgaaagcgt ggggagcaaa caggattaga taccctggta
781 gtccacgccg taaacgatga atgctaggtg ttaggggttt cgataccctt ggtgccgaag
841 ttaacacatt aagcattccg cctggggagt acggtcgcaa gactgaaact caaaggaatt
901 gacggggacc cgcacaagca gtggagtatg tggtttaatt cgaagcaacg cgaagaacct
961 taccaggtct tgacatccct ctgaccgtcc tagagatagg gcttcccttc ggggcagagg
1021 tgacaggtgg tgcatggttg tcgtcagctc gtgtcgtgag atgttgggtt aagtcccgca
1081 acgagcgcaa cccttaactt tagttgccag cattgagttg ggcactctag agtgactgcc
1141 ggtgacaaac cggaggaagg tggggatgac gtcaaatcat catgcccctt atgacctggg
1201 ctacacacgt actacaatgg ctggtacaac gggaagcgaa gccgcgaggt ggagcgaatc
1261 ctaaaaagcc agtctcagtt cggattgcag gctgcaactc gcctgcatga agtcgaattg
1321 ctagtaatcg cggatcagca tgccgcggtg aatacgttcc cgggtcttgt acacaccgcc
1381 cgtcacacca cgagagttta caacacccga agtcggtggg gtaaccgcaa ggagccagcc
1441 gccgaaggtg ggtagatga ttggggtgaa g

553. *Paenibacillus dongdonensis*（东都类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-41。*Paenibacillus dongdonensis* Son et al.，2014，sp. nov.（东都类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**KUDC0114 = DSM27607 = KCTC33221。**★16S rRNA 基因序列号：**KF425513。**★种名释意：***dongdonensis* 意为模式菌株分离自韩国东都岛，故中文名称为东都类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *dongdonensis*，of Dongdo in the Dokdo Islands，Korea，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 KUDC 0114^{T} 分离自韩国独岛东都披碱草的根际土壤中。**★形态特征：**细胞革兰氏染色阳性，杆状，形成芽胞，兼性厌氧，依靠单生、端生鞭毛运动，大小为［（3.3～4.5）μm ×（1～1.5）μm］，能在 TSA、NA 和 R2A 培养基上生长。在 TSA 培养基上，菌落不规则、扁平，边缘波形，浅黄色。**★生理特性：**生长的温度为 18～40℃（最适为 37℃），NaCl 浓度为 0～5%（w/v）（最适为 0），pH 为 5.5～10（最适为 8.5）。**★生化特性：**能水解淀粉、酪蛋白、纤维二糖、DNA、吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80，但不能水解次黄嘌呤、黄嘌呤和酪氨酸。在 API 20NE 测试中，过氧化氢酶、氧化酶、硝酸盐还原、七叶苷水解、β-半乳糖苷酶活性为阳性，能利用 D-葡萄糖、D-麦芽糖、D-甘露醇，但由葡萄糖产酸、吲哚产生、精氨酸双水解酶、脲酶、明胶水解酶反应为阴性，不能利用 L-阿拉伯糖、D-甘露糖、N-乙酰葡萄糖胺、葡萄糖酸钾、癸酸、脂肪酸、苹果酸、柠檬酸钠和苯乙酸。在 API 50CHB 测试中，能利用下列物质产酸：甘油、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、半乳糖、葡萄糖、甲基-β-D-木糖苷、果糖、甘

露糖、鼠李糖、肌醇、甘露醇、甲基-α-D-葡萄糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、海藻糖、蔗糖、棉籽糖、淀粉、糖原、苦杏仁糖、松二糖、葡萄糖酸和 5-酮基葡萄糖酸。不能利用下列物质产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、核糖醇、山梨糖、半乳糖醇、山梨糖醇、甲基-α-D-甘露糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、菊糖、松三糖、木糖醇、D-木糖、D-已酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇或 2-酮基葡萄糖酸。在 API ZYM 测试中，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、脂肪酶、酸性磷酸酶、α-胰凝乳蛋白酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶活性为阳性，亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-甘露糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶，α-岩藻糖苷酶活性为阴性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖为 A1γ 型，主要呼吸醌为 MK-7，主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$，主要极性脂是二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、一种未知的磷脂和另一种未知的氨磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44.3 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 T168^T 与 *P. thiarninolyticus* JCM 7540^T 和 *P. thiarninolyticus* JCM 8360^T 的同源性分别为 97.3%和 96.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggacttgatg  agaagcttgc  ttctctgatg  gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag
61    gcaacctgcc  ctcaagcttg  ggacaactac  cggaaacggt  agctaatacc  gaatacttgt
121   tttcttcgcc  tgaaggaaac  tggaaagacg  gagcaatctg  tcacttgagg  atgggcctgc
181   ggcgcattag  ctagttggtg  aggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg
241   agagggtgat  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag
301   tagggaatct  tccgcaatgg  gcgaaagcct  gacggagcaa  tgccgcgtga  gtgatgaagg
361   ttttcggatc  gtaaagctct  gttgccaggg  aagaacgctt  aggagagtaa  ctgctcctga
421   ggtgacggta  cctgagaaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
481   tagggggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtcatttaag
541   tctggtgttt  aatcccgggg  ctcaaccccg  gatcgcactg  gaaactgggt  gacttgagtg
601   cagaagagga  gagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca
661   ccagtggcga  aggcgactct  ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag
721   caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgaatgcta  ggtgttaggg
781   gtttcgatac  ccttggtgcc  gaagttaaca  cattaagcat  tccgcctggg  gagtacggtc
841   gcaagactga  aactcaaagg  aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt
901   aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  ccctctgacc  ggtacagaga
961   tgtacctttc  cttcgggaca  gaggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1021  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcatttc
1081  ggatgggcac  tctaaggtga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa
1141  atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtactac  aatggccggt  acaacgggcc
1201  gcgaagccgc  gaggtggagc  taatcctaaa  aagccggtct  cagttcggat  tgtaggctgc
1261  aactcgccta  catgaagtcg  gaattgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata
1321  cgttcccggg  tcttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agtttataa
```

554. *Paenibacillus donghaensis*（东海类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-42。*Paenibacillus donghaensis* Choi et al.，2008，sp. nov.（东海类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JH8 = KCTC 13049 = LMG 23780。**★16S rRNA 基因序列号：**

EF079062。★**种名释意：***donghaensis* 意为模式菌株分离自韩国东海，故其中文名称为东海类芽胞杆菌（dong.ha.en′sis. N.L. masc. adj. *donghaensis* of Donghae，the Korean name for the East Sea，from which the strains were isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JH8^T 分离自韩国东海的深海沉积物。★**形态特征：**细胞为革兰氏阳性，兼性厌氧，形成芽胞，杆状（0.7 × 4.8 μm），以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，次端生于胞囊中。在 TSA 培养基上的菌落不产色素，圆形，微凸起，浅黄色。★**生理特性：**细胞生长不被 3% NaCl 抑制，但被 0.001%溶菌酶抑制。生长温度为 4～30℃，0℃或 35℃时不生长，最适温度为 20～25℃。★**生化特性：**脲酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、产吲哚和色氨酸脱氨酶活性均为阴性。由 L-阿拉伯糖、D-木糖、甲基-β-D-木糖、七叶苷、D-乳糖、D-蜜二糖和美沙酮产酸。★**化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（54.6%）。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.1 mol%。系统发育分析结果表明，菌株 JH8^T 与 *Paenibacillus wynnii* LMG 22176^T（96.9%）亲缘关系最近，但它们之间的 DNA-DNA 杂交关联度仅为 7.6%，因此，菌株 JH8^T 代表一个新种。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcatgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggagttctgt  tgaaagcttg
61    ctttcaacag  gattcagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  aggcaacctg  ccccttagcc
121   tgggataact  accggaaacg  gtagctaata  ccggataatt  ccttggttct  cctgaaccga
181   ggatgaaagg  cggagcaatc  tgcccttaag  ggatgggcct  gcggcgcatt  agctagttgg
241   tgaggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  aacggccaca
301   ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat
361   gggcgaaagc  ctgacggagc  aatgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaagct
421   ctgttgccag  ggaagaacgt  ccggtagagt  aactgctatc  ggagtgacgg  tacctgagaa
481   gaaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc  aagcgttgtc
541   cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggctattta  agtctggtgt  ttaaaccttg
601   ggctcaacct  aaggtcgcac  tggaaactgg  gtggcttgag  tacagaagag  gaaagtggaa
661   ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagata  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact
721   ttctgggctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc
781   ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttag  gggtttcgat  acccttggtg
841   ccgaagttaa  cacagtaagc  actccgcctg  gggagtacgg  tcgcaagact  gaaactcaaa
901   ggaattgacg  gggacccgca  caagcagtgg  agtatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa
961   gaaccttacc  aggtcttgac  atccctctga  atctgctaga  gatagcagcg  gccttcggga
1021  cagaggagac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt
1081  cccgcaacga  gcgcaaccct  tatgcttagt  tgccagcacn  tgatggtggg  cactctaagc
1141  agactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat
1201  gacctgggct  acacacgtac  tacaatggcc  ggtacaaagg  gctgcgaaac  cgcgaggtgg
1261  agcgaatccc  aacaaagccg  gtctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg  cctgcatgaa
1321  gtcggaattg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc  cgggtcttgt
1381  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttta  caacacccga  agtcggtggg  gtaa
```

555. *Paenibacillus doosanensis*（斗山类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-43。*Paenibacillus doosanensis* Kim et al.，2014，sp. nov.（斗山类

芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CAU 1055 = KCTC 33036 = CCUG 63270。**★16S rRNA 基因序列号：**JX233493。**★种名释意：***doosanensis* 意为韩国斗山集团公司（创立了韩国中央大学），故其中文名称为斗山类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *doosanensis*，belonging to Doosan，named after the Doosan group，the Foundation of Chung-Ang University where the taxonomic studies on this species were performed）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CAU 1055^T 分离自韩国济州岛的土壤。**★形态特征：**细胞为革兰氏阳性，可运动，严格好氧，杆状［（0.5～0.7）μm ×（2.2～3.7）μm］。芽胞椭圆形，次端生，胞囊膨大。在 NA 培养基上于 30℃培养 3 d 的菌落浅黄色、圆形、凸起、边缘整齐。**★生理特性：**生长温度为 4～45℃（最适 30℃），pH 为 4.5～7.5（最适 pH 6.5），NaCl 是生长非必需的，但可以耐受高达 4.0%（w/v）的 NaCl。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解七叶苷和吐温 80，但不能水解酪蛋白、明胶、淀粉和尿素。硝酸盐不能被还原，不利用柠檬酸，不产吲哚和 H_2S。β-半乳糖苷酶和 V-P 反应为阳性，但甲基红反应、脲酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶为阴性。由苦杏仁苷和 D-葡萄糖产酸，但由 D-甘露醇、肌醇、D-山梨醇、L-鼠李糖、蔗糖、蜜二糖和 L-阿拉伯糖不产酸。可利用下列碳水化合物作为唯一碳源：甘油、D-核糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、海藻糖、菊糖、棉籽糖和苦杏仁糖。不能利用下列物质：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、水杨苷、纤维二糖、蔗糖、松三糖、糖原、木糖醇、松二糖、D-木糖、D-己酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾和 5-酮基葡萄糖酸钾。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。主要极性脂包括二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油、赖氨酰-磷脂酰甘油和三种未知的氨基磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.3 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，菌株 CAU1055^T 与 *P. contaminans* CKOBP-6^T 和 *P. terrigena* A35^T 的同源性均为 95.2%；与 *P. polymyxa* IAM 13419^T 的同源性为 91.7%，与该属其他菌株的同源性均低于 94.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ttctgctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  mwagtcgagc  ggagttattc
61    cttcggggat  agcttagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  aggcaacctg  cctgtaagat
121   cgggataact  cacggaaacg  tgtgctaata  ccggataagt  aattctctcg  catgagaggg
181   ttaagaaaga  cggagcaatc  tgtcacttac  agatgggcct  gcggcgcatt  agctagtagg
241   tgaggtaatg  gctcacctag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  aacggccaca
301   ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat
361   ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaagct
421   ctgttgccag  ggaagaacgc  ttgggagagt  aactgctctc  aaggtgacgg  tacctgagaa
481   gaaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc  aagcgttgtc
541   cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggtttatta  agttcggtgt  ttaagcccag
601   ggctcaaccc  tggttcgcac  tggaaactgg  tagactagag  tgtaggagag  gaaagtggaa
661   ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact
```

721 ttctggccta taactgacgc tgaggcgcga aagcgtgggg agcaaacagg attagatacc
781 ctggtagtcc acgccgtaaa cgatgagtgc taggtgttag gggtttcaat acccttggtg
841 ccgaagttaa cacagtaagc actccgcctg gggagtacgc tcgcaagagt gaaactcaaa
901 ggaattgacg gggacccgca caagcagtgg agtatgtggt ttaattcgaa gcaacgcgaa
961 gaaccttacc aggtcttgac atctgaatgc aagcattaga gatagtgccc ttcttcggaa
1021 cattcaagac aggtggtgca tggttgtcgt cagctcgtgt cgtgagatgt tgggttaagt
1081 cccgcaacga gcgcaaccct tgatcttagt tgccagcact tcgggtgggc actctaggat
1141 gactgccggt gacaaaccgg aggaaggtgg ggatgacgtc aaatcatcat gccccttatg
1201 acctgggcta cacacgtact acaatggtcg gtacaacggg aagcgaagga gcgatctgga
1261 gccaatctta taaagccgat ctcagttcgg attgcaggct gcaactcgcc tgcatgaagt
1321 cggaattgct agtaatcgcg gatcagcatg ccgcggtgaa tacgttcccg ggtcttgtac
1381 acaccgcccg tcacaccacg agagtttaca acacccgaag tcggtggggt aacccgcaag
1441 ggagccagcc gccgaaggtg gggtagatga ttggggtgaa gtcgtaacaa ggtagccgta
1501 tcggaaggtg cggctggac

556. *Paenibacillus durus*（坚韧类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-44。*Paenibacillus durus* corrig.（Smith and Cato，1974）Collins et al.，1994，comb. nov.（坚韧类芽胞杆菌）= *Clostridium durum* Smith and Cato，1974（Approved Lists 1980）。**★模式菌株：**ATCC 27763 = DSM 1735 = VPI 6563。**★16S rRNA 基因序列号：**X77846。**★种名释意：***durus* 为坚强、坚韧之意，故其中文名称为坚韧类芽胞杆菌（L. masc. adj. *durus*，hard，tough）。

【种类描述】★菌株来源：该种的菌株分布于多种草类植物的根表或根际土，也分布于海洋沉积物。**★形态特征：**细胞表面有荚膜，运动性弱。在 GB 培养基上的菌落直径为 1～2 mm，白色，圆形至稍不规则，凸起，边缘整齐。**★生理特性：**在有氧条件下，于 NB 培养基中生长弱或不生长，但在 GB 培养基中可以大量生长。兼性厌氧。**★生化特性：**硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。可以由糖类物质产酸和产气。在厌氧条件下可以固氮。可以用含硫胺素和生物素的无氮基本培养基，通过厌氧培养进行选择性分离该种菌株。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48 mol%～53 mol%（T_m）。16S rRNA 基因序列如下。

1 agcggcggac gggtgagtaa cacgtaggca acctgcccct tggactggga taactaccgg
61 aaacggtagc taataccgga taattcctct tagctcctgc tangaggctg aaaggcggag
121 caatctgtca ccaagggatg nncctgcggc gcattagcta gttggtgggg taacggctca
181 ccaaggcgac gatgcgtagc cgacctgaga gggtgaacgg ccacactggg actgagacac
241 ggcccagact cctacgggag gcagcagtag ggaatcttcc gcaatgggcg aaagcctgac
301 ggagcaacgc cgcgtgagtg atgaaggttt tcggatcgta aagctctgtt gccagggaag
361 aacgtcttgt agagtaactg ctacaagagt gacggtacct gagaagaaag ccccggctaa
421 ctacgtgcca gcagccgcgg taatacgtag gggcaagcg ttgtccggaa ttattgggcg
481 taaagcgcgc gcaggcggct gtttaagtct ggtgtttaaa ccatgggctc aacctgtggt
541 cgcactggaa actggacagc ttgagtgcag aagaggaaag tggaattcca cgtgtagcgg
601 tgaaatgcgt agagatgtgg aggaacacca gtggcgaagg cgactttctg ggctgtaact
661 gacgctgagg cgcgaaagcg tggggagcaa acaggattag ataccctggt agtccacgcc

721 gtaaacgatg agtgctaggt gttaggggtt tcgataccct tggtgccgaa gttaacacag
781 taagcactcc gcctggggag tacggtcgca agactgaaac tcaaaggaat tgacggggac
841 ccgcacaagc agtggagtat gtggtttaat tcgaagcaac gcgaagaacc ttaccaggtc
901 ttgacatccc tctgaatcgt ctagagatga tggcgcggcc ttcgggacag aggagacagg
961 tggtgcatgg ttgtcgtcag ctcgtgtcgt gagatgttgg gttaagtccc gcaacgagcg
1021 caacccttga ctttagttgc cagcaggtca agctgggcac tctagagtga ctgccgagtg
1081 acaaaccgga ggaaggtggg gatgacgtca aatcatcatg ccccttatga cctgggctac
1141 acacgtacta caatggccgg tacaacggga agcgaagcgc gaggcgggag ccaatcttag
1201 aaagccggtc tcagttcgga ttgcaggctg caactcgcct gcatgaagtc ggaattgcta
1261 gctaatcgcg gatcagcatg ccgcggtgca atgacgttcc cgggtcttgt acacaccgcc
1321 cgtcacacca cgagagttta caacacccga agtcggtggg gtaaccgcaa ggagccagcc
1381 gccgaagtgg ggtagatgat tggggtgaag tcgtaacaag gtagccgtat cggaaggtgc
1441 ggctggatca cctcc

557. *Paenibacillus edaphicus*（陆地类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-45。*Paenibacillus edaphicus*（Shelobolina et al.，1998）Hu et al.，2010，comb. nov.（陆地类芽胞杆菌）= *Bacillus edaphicus* Shelobolina et al.，1998，sp. nov.。**★模式菌株：**T7 = CIP 105814 = DSM 12974 = VKPM B-7517。**★16S rRNA 基因序列号：**AF006076（菌株 T7）和 AB045093（菌株 VKPM B-7517）。**★种名释意：***edaphicus* 为陆地（生活在土里）之意，故其中文名称为陆地类芽胞杆菌（e.da.phi′cus.Gr. n. *edaphos*，ground；L. masc. suff. -*icus*，adjectival suffix used with the sense of belonging to；N.L. masc. adj. *edaphicus*，living in soil）。

【种类描述】★菌株来源：在全球广泛分布，具有解磷解钾活性而用作生物肥。**★形态特征：**细胞为革兰氏阴性。在 TSBA 培养基上的菌落小，不透明。形成芽胞，胞囊膨大。**★生理特性：**在 50℃或含 2.5%（w/v）NaCl 时不能生长。**★生化特性：**氧化酶和硝酸盐还原反应可变。过氧化氢酶为阳性。V-P 反应为阴性，不能水解明胶，不产 H_2S。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7（94.7%）；肽聚糖类型为 A1γ，含有 *meso*-二氨基庚二酸；主要极性脂是磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油；细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:1\omega 11c}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 54.7 mol%。16S rRNA 序列比对表明，菌株 VKPM B-7517^T 与 *Paenibacillus* 代表菌株的同源性为 90.3%～95.1%，与 Bacillaceae 菌株的 16S rRNA 同源性小于 88.5%。*gyrB* 基因分析结果表明菌株 VKPM B-7517^T 与 Bacillaceae 菌株的同源性为 61.2%～68.9%。与 *Paenibacillus* 菌株的同源性为 70.3%～79.2%。16S rRNA^T 基因序列如下。

1 tgagagtttg atcctggctc aggacgaacg ctggcggcgt gcctaacaca tgcaagtcga
61 gtggatcttc ttcgggagaa ggttagcggc ggacgggtga gtaacacgta ggcaacctgc
121 ctgcaggatc gggataacta ccggaaacgg tagctaagac cgaatagctg gttcggtgca
181 tgccggaatc atgaaacacg gagcaatctg tgacctgaag atgggcctgc ggtgcattag
241 ctagttggtg gggtaacggc tcaccaaggc gacgatgcat agccgacctg agagggtgat
301 cggccacact gggactgaga cacggcccag actcctacgg gaggcagcag tagggaatct
361 tccgcaatgg acgaaagtct gacggagcaa cgccgcgtga gtgatgaagg ttctcggatc

421　gtaaagctct　gttgccaggg　aagaacgtgc　ggggagtaac　tgccctgcga　atgacggtac
481　ctgagaagaa　agccccggct　aactacgtgc　cagcagccgc　ggtaatacgt　agggggcaag
541　cgttgtccgg　aattattggg　cgtaaagcgc　gcgcaggcgg　ttcattaagt　ttggtgttta
601　agcccggggc　tcaaccccgg　ttcgcactga　aaactggtga　acttgagtgc　aggagaggta
661　agtggaattc　cgagtgtaga　ggtgaaatga　gtagagatgt　ggaggaacac　cagtggcgaa
721　ggcggctttc　tggactgtaa　ctgacgctga　ggcgcgaaag　cgtggggagc　aaacaggatt
781　agataccctg　gtagtccacg　ccgtaaacga　tgagtgctag　gtgttagggg　tttcgatacc
841　cttggtgccg　aagtaaacac　ataagcatcc　gcctgggagt　acgtcgcaag　ataaaactta
901　aaggaattga　cggggacccg　cacaagcagt　ggagtatgtg　gtttaattcg　aagcaacgcg
961　aagaacctta　ccaggtcttg　acatcccccct　gaaatcccca　gagatggggt　cctcttcggg
1021　acaggggaga　caggtggtgc　atggttgtcg　tcagctcgtg　tcgtgagatg　ttgggttaag
1081　tcccgcaacg　agcgcaaccc　ttgaacttag　ttgccagcat　tcagttgggc　actctaagtt
1141　gactgccggt　gacaaaccgg　agtaaggtgg　ggatgacgtc　aaatcatcat　gccccttatg
1201　acctgggcta　cacacgtact　acaatggccg　gtacaacggg　aagcgaagtc　gcgagatgga
1261　gcgaatcctt　acaagccggt　ctcagttcgg　attgcaggct　gcaactcgcc　tgcatgaagt
1321　cggaattgct　agtaatcgcg　gatcagcatg　ccgcggtgaa　tacgttcccg　ggtcttgtac
1381　acaccgcccg　tcacaccatg　agagtttaca　acacccgaag　tcggtgggta　acccgaaagg
1441　gagccagccg　cc

558. *Paenibacillus ehimensis*（爱媛类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-46。*Paenibacillus ehimensis*（Kuroshima et al.，1996）Lee et al.，2004，comb. nov.（爱媛类芽胞杆菌）= *Bacillus ehimensis* Kuroshima et al.，1996，sp. nov.。**★模式菌株：**EAG-5 = CIP 104913 = DSM 11029 = IFO（now NBRC）15659 = JCM 12161 = KCTC 3748 = LMG 18048 = NRRL B-23118。**★16S rRNA 基因序列号：**AY116665。**★种名释意：***ehimensis* 意为模式菌株分离自日本松山爱媛县，故其中文名称为爱媛类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *ehimensis*，of or belonging to Ehime，referring to Ehime Prefecture，Japan，the source of the soil samples from which the organisms were isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 EAG-5^T 从日本松山市爱媛县花园土壤中分离得到。**★形态特征：**细胞杆状［（0.4～0.6）μm ×（1.7～5.0）μm］，革兰氏染色可变（有些细胞为革兰氏染色阴性），好氧，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。**★生理特性：**最适生长温度是 28～40℃；最高生长温度是 50～53℃；最低生长温度是 18～20℃。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性反应；不产乙酰甲基甲醇；V-P 培养基的 pH 是 5.8～6.3；硝酸盐被还原成亚硝酸盐；利用 D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-木糖和 D-甘露糖醇产酸不产气；能水解明胶和淀粉；水解酪蛋白反应可变；几丁质能降解；不能利用柠檬酸盐和丙酸盐。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 52.9 mol%～54.9 mol%。16S rRNA 序列系统发育分析显示 KCTC 3748^T 与 *P. koreensis* YC300^T 的同源性为 98.3%。KCTC 3748^T 和 *P. koreensis* YC300^T 的 DNA-DNA 杂交关联度小于 26%。16S rRNA 基因序列如下。

1　tggcggcgtg　cctaatacat　gcaagtcgag　cgcttgggga　gttccttcgg　gaatccccgg
61　ggagcggcgg　acgggtgagt　aacacgtagg　caacctgcct　gtaagaccgg　gataactacc

```
121   ggaaacggta gctaagaccg gataagtggt cttctcgcat gagaggatca agaaacacgg
181   ggcaacctgt ggcttacaga tgggcctgcg gcgcattagc tagttggtgg ggtaacggct
241   caccaaggcg acgatgcgta gccgacctga gagggtgatc ggccacactg ggactgagac
301   acggcccaga ctcctacggg aggcagcagt agggaatctt ccgcaatgga cgcaagtctg
361   acggagcaac gccgcgtgag tgatgaaggt tttcggatcg taaagctctg ttgccaggga
421   agaacgtcgc ggagagtaac tgctctgcga atgacggtac ctgagaagaa agccccggct
481   aactacgtgc cagcagccgc ggtaatacgt agggggcaag cgttgtccgg aattattggg
541   cgtaaagcgc gcgcaggcgg ccgcttaagt ctggtgttta agcccggggc tcaaccccgg
601   ttcgcactgg aaactgggcg gcttgagtgc aggagaggaa agcggaattc cacgtgtagc
661   ggtgaaatgc gtagagatgt ggaggaacac cagtggcgaa ggcggctttc tggcctgtaa
721   ctgacgctga ggcgcgaaag cgtggggagc aaacaggatt agataccctg gtagtccacg
781   ccgtaaacga tgagtgctag gtgttagggg tttcgatacc cttggtgccg aagtaaacac
841   aataagcact ccgcctgggg agtacgctcg caagagtgaa actcaaagga attgacgggg
901   acccgcacaa gcagtggagt atgtggttta attcgaagca acgcgaagaa ccttaccagg
961   tcttgacatc cctctgaata tcctagagat agggtaggcc ttcgggacag aggagacagg
1021  tggtgcatgg ttgtcgtcag ctcgtgtcgt gagatgttgg gttaagtccc gcaacgagcg
1081  caacccttga acttagttgc cagcattcag ttgggcactc taagttgact gccggtgaca
1141  aaccggagga aggtggggat gacgtcaaat catcatgccc cttatgacct gggctacaca
1201  cgtactacaa tggccggtac aacgggaagc gaagtcgcga gatggagcca atcctaagaa
1261  agccggtctc agttcggatt gcaggctgca actcgcctgc atgaagtcgg aattgctagt
1321  aatcgcggat cagcatgccg cggtgaatac gttcccgggt cttgtacaca ccgcccgtca
1381  caccacgaga gtttacaaca cccgaagtcg gtggggtaac cgcaaggagc cagccgccga
1441  aggtggggta ga
```

559. *Paenibacillus elgii*（乐金类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-47。*Paenibacillus elgii* Kim et al.，2004，sp. nov.（乐金类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SD17 = KCTC 10016BP = NBRC 100335。**★16S rRNA 基因序列号：**AY090110。**★种名释意：***elgii* 是根据 LG（乐金）公司的名称而创造的词汇，故其中文名称为乐金类芽胞杆菌（N.L. n. *elgius*，arbitrary name formed from the company name LG where taxonomic studies on this species were performed；N.L. gen. n. *elgii*，of the LG Life Sciences Ltd.）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $SD17^T$ 是从韩国舒川郡的紫苏根际土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，兼性厌氧，杆状［（0.8～1.0）μm ×（3.0～5.0）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大，成熟芽胞表面有条纹。在 NA 培养基上的菌落圆形，凸起，光滑，不透明，白色。**★生理特性：**生长温度为 20～45℃；生长 pH 为 6.0～8.5（最适 7.0）；在含 2% NaCl 时能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐还原反应为阳性，不产 H_2S，产吲哚。能水解酪蛋白、七叶苷和淀粉。由葡萄糖、麦芽糖、甘露醇、甘露糖和海藻糖产酸。能利用葡萄糖、核糖、N-乙酰葡萄糖胺和吐温 40。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.7 mol%。16S rRNA 系统发育分析结果表明，菌株 $SD17^T$ 与 *Paenibacillus* 种类的 16S rRNA 基因序列同源性

为 98.6%～91.3%。在系统发育树上，菌株 SD17^{T} 与 *Paenibacillus koreensis* KCTC 2393^{T} 和 *Paenibacillus ehimensis* IFO 15659^{T} 形成一个分支。而且，菌株 SD17^{T} 与 *Paenibacillus koreensis* KCTC 2393^{T} 和 *Paenibacillus ehimensis* IFO 15659^{T} 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 17.4%和 19.8%。16S rRNA 基因序列如下。

1 cgaacgctgg cggcgtgcct aatacatgca agtcgagcgg acccttcggg gttagcggcg
61 gacgggtgag taacacgtag gcaacctgcc tgtaagactg ggataactac cggaaacggt
121 agctaagacc ggataagtga ttctttcgca tgagaggatc aagaaacacg gggcaacctg
181 tgacttacag atgggcctgc ggcgcattag ctagttggtg gggtaacggc tcaccaaggc
241 gacgatgcgt agccgacctg agagggtgat cggccacact gggactgaga cacggcccag
301 actcctacgg gaggcagcag tagggaatct tccgcaatgg acgcaagtct gacggagcaa
361 cgccgcgtga gtgatgaagg ttttcggatc gtaaagctct gttgccaggg aagaacgtcg
421 tggagagtaa ctgctctgcg aatgacggta cctgagaaga aagccccggc taactacgtg
481 ccagcagccg cggtaatacg tagggggcaa gcgttgtccg gaattattgg gcgtaaagcg
541 cgcgcaggcg gccgcttaag tctggtgttt aagcccgagg ctcaacctcg gttcgcactg
601 gaaactgggt ggcttgagtg caggagagga aagcggaatt ccacgtgtag cggtgaaatg
661 cgtagagatg tggaggaaca ccagtggcga aggcggcttt ctggcctgta actgacgctg
721 aggcgcgaaa gcgtggggag caaacaggat tagataccct ggtagtccac gccgtaaacg
781 atgagtgcta ggtgttaggg gtttcgatac ccttggtgcc gaagtaaaca caataagcac
841 tccgcctggg gagtacgctc gcaagagtga aactcaaagg aattgacggg gacccgcaca
901 agcagtggag tatgtggttt aattcgaagc aacgcgaaga accttaccag gtcttgacat
961 ccctctgaat atcctagaga tagggtaggc cttcgggaca gaggagacag gtggtgcatg
1021 gttgtcgtca gctcgtgtcg tgagatgttg ggttaagtcc cgcaacgagc gcaacccttg
1081 aacttagttg ccagcattga gttgggcact ctaagttgac tgccggtgac aaaccggagg
1141 aaggtgggga tgacgtcaaa tcatcatgcc ccttatgacc tgggctacac acgtactaca
1201 atggccggta caacgggaag cgaagtcgcg agatggagcc aatcctaaga aagccggtct
1261 cagttcggat tgcaggctgc aactcgcctg catgaagtcg gaattgctag taatcgcgga
1321 tcagcatgcc gcggtgaata cgttcccggg tcttgtacac accgcccgtc acaccacgag
1381 agtttacaac acccgaagtc ggtggggtaa ccgcaaggag ccagccgccg aaggtggggt
1441 agatgattgg ggtgaagtcg taacaaggta g

560. *Paenibacillus endophyticus*（内生类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-48。*Paenibacillus endophyticus* Carro et al.，2013，sp. nov.（内生类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PECAE04 = LMG 27297 = CECT 8234。**★16S rRNA 基因序列号：**KC447384。**★种名释意：***endophyticus* 中 *endo* 为内生之意，*phyton* 为植物之意，故其中文名称为内生类芽胞杆菌（Gr. pref. *endo*-，within；Gr. n. *phyton*，plant；L. masc. suff. -*icus*，suffix used with the sense of pertaining to；N.L. masc. adj. *endophyticus*，within plant，because the type strain was first isolated from the inner of a plant nodule）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PECAE04^{T} 分离自西班牙鹰嘴豆的根瘤中。**★形态特征：**细胞为革兰氏阳性，以周生鞭毛运动，杆状［（0.6～1.0）μm×（2.5～2.9）μm］。芽胞卵圆形，次端生，胞囊膨大。在 TSA 培养基上的菌落白色至浅黄色，圆形，光滑，凸起，直径为 1～3 mm。**★生理特性：**可厌氧生长。在 pH 9 时可生长，pH 5.7 时不能生长，

最适 pH 7。含 2% NaCl 时可以生长，但含 5% NaCl 时不能生长，最适 NaCl 浓度为 0.5%。生长温度为 10～40℃，最适为 30℃。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。产淀粉酶和 β-半乳糖苷酶，但不产明胶酶、酪蛋白酶、吲哚、苯丙氨酸脱氨酶、脲酶、精氨酸脱氢酶、鸟氨酸脱羧酶、赖氨酸脱羧酶。不能水解吐温 80，水解七叶苷。不产 3-羟基丁酮和 H_2S。API 20NE 分析结果表明，能利用葡萄糖、L-阿拉伯糖、N-乙酰葡萄糖胺和麦芽糖，不能利用甘露糖、甘露醇、葡萄糖酸、癸酸、己二酸、苹果酸、柠檬酸和苯乙酸，由葡萄糖产酸但不产气。API 50CH 分析结果表明，由下列物质产酸：L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、半乳糖、葡萄糖、果糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖、棉籽糖和淀粉。不能由下列物质产酸：甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、核糖醇、甲基-α-D-木糖苷、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、糖原、木糖醇、苦杏仁糖、松二糖、L-木糖、己酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿糖醇和 L-阿糖醇。由水杨苷产酸活性弱。能水解熊果苷和七叶苷。不能利用葡萄糖酸、2-酮基葡萄糖酸和 5-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。肽聚糖中未检测到 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、一种未知糖脂、三种未知磷脂和一种未知脂类。细胞壁肽聚糖未检测到 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 52.9 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 PECAE04^T 与 *P. castaneae* Ch-32^T 的同源性为 98.4%；与 *P. glycanilyticus* DS-1^T、*P. prosopidis* PW21^T、*P. xinjiangensis* B538^T 和 *P. catalpae* D75^T 的同源性为 96.8%～97.9%。DNA-DNA 杂交结果显示 PECAE04^T 与 *Paenibacillus* 的其他菌株关联度低于 20%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      tagagtttga  tccctggctc  aggacgaacg  ctggcggcgt  gcctaataca  tgcaagtcga
61     gcggatcttg  tccttcggga  caaggttagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtgggtaacc
121    tgcctataag  actgggataa  cattcggaaa  cgaatgctaa  taccggatac  gcgatatggt
181    cgcatgactg  aatcgggaaa  gatggagcaa  tctatcactt  atagatggac  ccgcggcgca
241    ttagctagtt  ggtgaggtaa  cggctcacca  aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg
301    tgatcggcca  cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga
361    atcttccgca  atggacgaaa  gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgagtgatg  aaggttttcg
421    gatcgtaaag  ctctgttgcc  agggaagaat  gcttgggaga  gtaactgctc  ccaaggtgac
481    ggtacctgag  aagaaagccc  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtagggg
541    gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggccttg  taagtctgtt
601    gtttaaactt  ggggctcaac  cccaagtcgc  aatggaaact  gcaaagcttg  agtgcagaag
661    aggaaagtgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg  aacaccagtg
721    gcgaaggcga  ctttctgggc  tgtaactgac  gctgaggcgc  gaaagcgtgg  ggagcaaaca
781    ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgaat  gctaggtgtt  aggggtttca
841    atacccttgg  tgccgaagtt  aacacattaa  gcattccgcc  tggggagtac  ggtcgcaaga
901    ctgaaactca  aaggaattga  cggggacccg  cacaagcagt  ggagtatgtg  gtttaattga
961    agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catccctctg  acgtcctaga  gatagggctt
1021   tccttcggga  cagaggagac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt
1081   tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgatcttagt  tgccagcaca  ttatggtggg
1141   cactctagga  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca
```

```
1201    tgcccttat    gacctgggct   acacacgtac   tacaatggcc   gatacaacgg   gaagcgaaac
1261    cgcgaggtgg   agccaatcct   atcaaagtcg   gtctcagttc   ggattgcagg   ctgcaactcg
1321    cctgcatgaa   gtcggaattg   ctagtaatcg   cggatcagca   tgccgcggtg   aatacgttcc
1381    cgggtcttgt   acacaccgcc   cgtcacacca   cgagagttta   caacacccga   agccggtggg
1441    gtaacccgca   agggagctag   ccgtcgaagg   tggggtagat   ga
```

561. *Paenibacillus favisporus*（蜜梳状胞类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-49。*Paenibacillus favisporus* Velázquez et al.，2004，sp. nov.（蜜梳状胞类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**GMP01 = CECT 5760 = LMG 20987。**★16S rRNA 基因序列号：**AY208751。**★种名释意：***favisporus* 中 *favus* 为蜜梳状之意，*spora* 为芽胞之意，故其中文名称为蜜梳状胞类芽胞杆菌（L. masc. n. *favus*，a honey-comb；Gr. fem. n. *spora*，a seed（in bacteriology a spore）；N.L. masc. adj. *favisporus*，intended to refer to the honey-comb form of spores）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 GMP 01^T 分离自西班牙萨拉曼卡的牛粪堆。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，好氧或兼性厌氧，化能有机营养型，杆状［（0.5～0.7）μm ×（2～3）μm］，形成芽胞。芽胞次端生，胞囊轻微膨大，芽胞表面带有似蜜梳状的纹饰。在 YED 培养基上的菌落为圆形、凸起、白色（中间呈棕色）、半透明，37℃培养 48 h 后菌落直径为 1～3 mm。**★生理特性：**最适生长温度为 37℃，最适 pH 为 7。对红霉素、青霉素、苯唑西林、杆菌肽、哌拉西林、庆大霉素和头孢西丁敏感，能抗妥布霉素、头孢氨苄和地贝卡星。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不能利用 D-葡萄糖产气，能利用 D-葡萄糖、蔗糖、乳糖、甘露糖、鼠李糖、棉籽糖、蜜二糖、麦芽糖、木糖和甘露糖醇产酸，能利用木糖、羧甲基纤维素和淀粉作为碳源。能产生大量纤维素酶、木聚糖酶、明胶酶、脲酶、淀粉酶和 β-半乳糖苷酶，但不能产生酪蛋白酶、苯丙氨酸、赖氨酸脱羧酶、酪氨酸酶、吲哚、硫化氢、二羟基丙酮、乙酰甲基甲醇和 3-羟基丁酮（V-P 培养基）。不能将硝酸盐还原成亚硝酸盐。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁肽聚糖中未检测到 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、一种未知糖脂、三种未知磷脂和一种未知脂类。细胞壁肽聚糖未检测到 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明该菌株在系统进化上与 *P. azoreducens* 非常接近。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       tagagtttga   tcctggctca   ggacgaacgc   tggcggcgtg   cctaatacat   gcaagtcgag
61      cggacttgat   ggagagcttg   ctctcctgat   ggttagcggc   ggacgggtga   gtaacacgta
121     ggcaacctgc   ctgcaagacc   gggataaccc   acggaaacgt   gagctaatac   cggatatctc
181     atttcctctc   ctgaggggat   gatgaaagac   ggagcaatct   gtcacttgcg   gatgggcctg
241     cggcgcatta   gctagttggt   gaggtaacgg   ctcaccaagg   cgacgatgcg   tagccgacct
301     gagagggtga   acggccacac   tgggactgag   acacggccca   tactcctacg   ggaggcagca
361     gtagggaatc   ttccgcaatg   ggcgaaagcc   tgacggagca   acgccgcgtg   agtgatgaag
421     gttttcggat   cgtaaagctc   tgttgccagg   gaagaacgtc   cggtagagta   actgctatcg
481     gagtgacggt   acctgagaag   aaagccccgg   ctaactacgt   gccagcagcc   gcggtaatac
541     gtagggggca   agcgttgtcc   ggaattattg   ggcgtaaagc   gcgcgcaggc   ggtcatttaa
```

601	gtctggtgtt	taaggccaag	gctcaacctt	ggttcgcact	ggaaactggg	tgacttgagt
661	gcagaagagg	agagtggaat	tccacgtgta	gcggtgaaat	gcgtagatat	gtggaggaac
721	accagtggcg	aaggcgactc	tctgggctgt	aactgacgct	gaggcgcgaa	agcgtgggga
781	gcaaacagga	ttagataccc	tggtagtcca	cgccgtaaac	gatgaatgct	aggtgttagg
841	ggtttcgata	cccttggtgc	cgaagttaac	acattaagca	ttccgcctgg	ggagtacggt
901	cgcaagactg	aaactcaaag	gaattgacgg	ggacccgcac	aagcagtgga	gtatgtggtt
961	taattcgaag	caacgcgaag	aaccttacca	ggtcttgaca	tccctctgac	cggtctagag
1021	ataggccttt	ccttcgggac	agaggagaca	ggtggtgcat	ggttgtcgtc	agctcgtgtc
1081	gtgagatgtt	gggttaagtc	ccgcaacgag	cgcaaccctt	gattttagtt	gccagcactt
1141	cgggtgggca	ctctagaatg	actgccggtg	acaaaccgga	ggaaggcggg	gatgacgtca
1201	aatcatcatg	ccccttatga	cctgggctac	acacgtacta	caatggccag	tacaacggga
1261	agcgaagccg	cgaggtggag	ccaatcctat	caaagctggt	ctcagttcgg	attgcaggct
1321	gcaactcgcc	tgcatgaagt	cggaattgct	agtaatcgcg	gatcagcatg	ccgcggtgaa
1381	tacgttcccg	ggtcttgtac	acaccgcccg	tcacaccacg	agagtttaca	acacccgaag
1441	tcggtgaggt	aaccgcaagg	agccagccgc	cgaaggtggg	gtagatgatt	ggggtgaagt
1501	cgtaacaagg	tagccgtatc	ggaaggtgcg	gctggatcac	ctcctta	

562. *Paenibacillus ferrarius*（铁矿类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-50。*Paenibacillus ferrarius* Cao et al.，2014，sp. nov.（铁矿类芽胞杆菌）。★**模式菌株**：CY1 = KCTC 33419 = CCTCC AB 2013369。★**16S rRNA 基因序列号**：KF925453。★**种名释意**：*ferrarius* 意为模式菌株分离自铁矿，故其中文名称为铁矿类芽胞杆菌（fer.ra'ri.us. L. masc. adj. *ferrarius*，belonging to iron，referring to the isolation site of the type strain）。

【种类描述】★**菌株来源**：菌株 CY1^T 分离自我国湖南省张家界一个铁矿的土壤中。★**形态特征**：细胞革兰氏染色阳性，好氧，杆状［（0.5～0.8）μm ×（4.2～5.7）μm］，形成芽胞，依靠周生鞭毛运动。在 NA 培养基上 28℃培养 48 h 后，菌落形状为圆形、扁平、光滑，颜色为淡黄色至奶油白色，直径为 1～2 mm。★**生理特性**：能够在 NA、R2A、10% TSA、TSA、LB 培养基上生长，但不能在 MacConkey 培养基上生长。生长的温度为 4～37℃（最适为 28℃），pH 为 5.0～8.0（最适为 8.5），在 NB 培养基中，NaCl 浓度为 0～1.5%（w/v）。★**生化特性**：氧化酶和过氧化氢酶活性为阳性，能水解吐温-80、七叶苷，能产生 NH_3 和 H_2S，但硝酸盐还原、柠檬酸盐利用、甲基红和 V-P 测试、卵黄反应、吲哚产生等反应阴性，也不能水解淀粉、明胶、酪蛋白、尿素、精氨酸、酪氨酸、吐温-20、DNA 和羟甲基纤维素；能利用麦芽糖产酸、产气。在 API ZYM 测试中，下列酶的反应呈阳性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶和 β-岩藻糖苷酶。下列酶的活性反应呈阴性：酯酶（C14）、胱氨酸酶、胰蛋白酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、β-葡萄糖苷酶和 α-甘露糖苷、N-乙酰-β-葡萄糖苷酶。在 API 20NE 和 ID 32GN 测试及其他传统方法的试验中，菌体能利用下列物质作为碳源和（或）氮源进行生长：鼠李糖、N-乙酰葡萄糖胺、蔗糖、麦芽糖、糖原、D-葡萄糖、甘露醇、D-山梨醇、水杨苷、蜜二糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、甘露糖、硝酸铵和 L-脯氨酸，但不能利用核糖、肌

醇、亚甲基丁二酸、辛二酸、丙二酸、乙酸、DL-乳酸、L-丙氨酸、L-海藻糖、5-酮基葡萄糖酸、3-羟基苯甲酸、丙酸、戊酸酯、癸酸、3-羟基丁酸酯、4-羟基苯甲酸、2 -酮基葡萄糖酸、葡萄糖酸、苹果酸、柠檬酸钠、苯乙酸、丝氨酸、组氨酸、半胱氨酸和亚硝酸钠进行生长。在 API 50CHB 测试中，能利用甘油、阿拉伯糖、核糖、木糖、半乳糖、葡萄糖、甲基 β-D-木糖苷、甘露糖、鼠李糖、肌醇、甘露醇、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、海藻糖、蔗糖、棉籽糖、淀粉、糖原、龙胆二糖、松二糖和海藻糖产酸，利用赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、果糖和山梨糖产酸的能力较弱，不能利用福寿草醇、半乳糖醇、山梨糖醇、甲基-α-D-甘露糖苷、菊糖、松三糖、木糖醇、D-木糖、D-己酮糖、D-海藻糖、D-阿糖醇或 L-阿糖醇、葡萄糖酸盐，2-酮基葡萄糖酸和 5-酮基葡萄糖酸产酸。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7，也有少量的 MK-8；细胞壁肽聚糖的特征脂肪酸是 *meso*-二氨基庚二酸；主要极性脂是二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺；细胞主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 50.5 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 CY1^T 与 *Paenibacillus chondroitinus* DSM 5051^T（97.7%）、*Paenibacillus pocheonensis* Gsoil 1138^T（97.4%）和 *Paenibacillus frigoriresistens* YIM 016^T（97.0%）的亲缘关系最近。而且，菌株 CY1^T 与这些种类之间的 DNA-DNA 杂交关联度均低于 49%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       agagtttgat   cctggctcag   gacgaacgct   ggcggcgtgc   ctaatacatg   caagtcgagc
61      ggagcatttc   cttcggggaa   tgcttagcgg   cggacgggtg   agtaacacgt   aggtaacctg
121     cctatcagat   cgggataact   atcggaaacg   atagctaaga   ccggataact   ggttttctcg
181     catgagagaa   ttatgaaaca   cggagcaatc   tgtggctgat   agatgggcct   gcggcgcatt
241     agctagttgg   tggggtaacg   gctcaccaag   gcgacgatgc   gtagccgacc   tgagagggtg
301     aacggccaca   ctgggactga   gacacggccc   agactcctac   gggaggcagc   agtagggaat
361     cttccgcaat   ggacgcaagt   ctgacggagc   aacgccgcgt   gagtgatgaa   ggttttcgga
421     tcgtaaagct   ctgttgccct   agacgaacag   catgaggagt   aactgccttg   tgtgtgacgg
481     tataggagaa   gaaagccccg   gctaactacg   tgccagcagc   cgcggtaata   cgtagggggc
541     aagcgttgtc   cggaattatt   gggcgtaaag   cgcgcgcagg   cggttaatta   agttgggtgt
601     ttaagcccgg   ggctcaaccc   cggttcgcat   ccaaaactgg   ttgacttgag   cgtaggaaag
661     gaaagtggaa   ttccacgtgt   agcggtgaaa   tgcgtagaga   tgtggaggaa   caccagtggc
721     gaaggcgact   ttctggccta   taactgacgc   tgaggcgcga   aagcgtgggg   agcaaacagg
781     attagatacc   ctggtagtcc   acgccgtaaa   cgatgcatac   taggtgtcgg   ggattcgatt
841     tctcggtgcc   gaagttaaca   cagtaagtat   gccgcctggg   gagtacgctc   gcaagagtga
901     aactcaaagg   aattgacggg   gacccgcaca   agcagtggag   tatgtggttt   aattcgaagc
961     aacgcgaaga   accttaccag   gtcttgacat   cccaatgtaa   cgcctagaga   taggcgccct
1021    cttcggagca   ttggagacag   gtggtgcatg   gttgtcgtca   gctcgtgtcg   tgagatgttg
1081    ggttaagtcc   cgcaacgagc   gcaacccttg   atcttagttg   ccagcacttc   gggtgggcac
1141    tctaagatga   ctgccggtga   caaaccggag   gaaggtgggg   atgacgtcaa   atcatcatgc
1201    cccttatgac   ctgggctaca   cacgtactac   aatggtcggt   acaacgggaa   gcgaagccgc
1261    gaggcggagc   aaatccttat   aagccgatct   cagttcggat   tgcaggctgc   aactcgcctg
1321    catgaagtcg   gaattgctag   taatcgcgga   tcagcatgcc   gcggtgaata   cgttcccggg
1381    tcttgtacac   accgcccgtc   acaccacgag   agtttacaac   acccgaagtc   ggtggggtaa
```

```
1441    cccgcaaggg    agccagccgc    cgaaggtggg    gtagatgatt    ggggtgaagt    cgtaacaagg
1501    taacc
```

563. *Paenibacillus filicis*（蕨类植物类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-51。*Paenibacillus filicis* Kim et al.，2010，sp. nov.（蕨类植物类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**S4 = JCM 16417 = KACC 14197 = KCTC 13693。**★16S rRNA 基因序列号：**GQ423055。**★种名释意：***filicis* 为蕨类植物之意，故其中文名称为蕨类植物类芽胞杆菌（L. n. *filix -icis*，a fern plant；L. gen. n. *filicis*，of a fern plant）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $S4^T$ 分离自韩国大田的蕨类植物根际土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏染色阳性，严格好氧，能运动，细胞杆状，大小为［（0.7～0.9）μm×（2.2～2.9）μm］。芽胞端生，胞囊膨大。在 TSA 培养基平板上的菌落为圆形、光滑、浅黄色、凸起、边缘整齐；在 NA、R2A 和 TSA 培养基平板 25℃培养 4 d 后，菌落直径分别为 1.5 mm、2.5 mm 和 3.0 mm。**★生理特性：**在 TSB 培养基上生长的温度为 15～37℃，最适为 25～30℃；生长的 pH 为 5.5～9.0，NaCl 的浓度为 0～3%。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶活性为阳性。能水解淀粉和吐温-80，但不能水解酪蛋白、羧甲基纤维素和果胶。在 API 20E 和 20NE 测试中，能同化利用 N-乙酰葡萄糖胺、D-葡萄糖、D-甘露糖、D-麦芽糖和 D-甘露醇，但不能利用己二酸酯、癸酸、柠檬酸、L-阿拉伯糖、葡萄糖、苹果酸和乙酸苯酯。此外，精氨酸双水解酶、明胶酶、产生 H_2S、产生吲哚、赖氨酸脱羧酶、硝酸盐还原、色氨酸脱氨酶和脲酶反应为阴性。在 API ZYM 测试中，N-乙酰 β-葡萄糖胺酶、酯酶（C8）、β-葡萄糖苷酶、亮氨酸芳基酰胺酶活性反应呈阳性，α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、酯酶（C4）、α-岩藻糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-甘露糖苷酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶和缬氨酸芳基酰胺酶反应阴性。在 API CH50 测试中，能利用 N-乙酰葡萄糖胺、D-纤维二糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、糖原、龙胆、D-麦芽糖、D-甘露糖、D-甘露醇、D-蜜二糖、棉籽糖、蔗糖、海藻糖、D-松二糖和 D-木糖产酸，但不能利用福寿草醇、D-阿拉伯糖醇、L-阿拉伯糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-海藻糖、L-海藻糖、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸、葡萄糖酸、肌糖、菊糖、D-木糖、α-甲基-D-甘露糖苷、α-甲基-D-葡萄糖苷、松三糖、D-核糖、L-山梨糖、鼠李糖、D-山梨糖、D-己酮糖、L-木糖、木糖醇产酸。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7；细胞壁肽聚糖的特征氨基酸是 *meso*-二氨基庚二酸；主要极性脂是二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺；主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.2 mol%。系统发育分析结果表明，菌株 $S4^T$ 与 *Paenibacillus chinjuensis* $WN9^T$ 亲缘关系最近，16S rRNA 基因序列同源性为 96.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gacgaacgct    ggcggcgtgc    ctaatacatg    caagtcgagc    ggacttattc    cttcggggat
61      aggttagcgg    cggacgggtg    agtaacacgt    aggcaacctg    cctgtaagac    tgggataact
121     accggaaacg    gtagctaaga    ccggatagct    ggtttctccg    catggagaga    tcatgaaaca
181     cggtgcaagc    tgtgacttac    agatgggcct    gcggcgcatt    agctagttgg    tggggtaacg
241     gctcaccaag    gcgacgatgc    gtagccgacc    tgagagggtg    atcggccaca    ctgggactga
301     gacacggccc    agactcctac    gggaggcagc    agtagggaat    cttccgcaat    gggcgcaagc
```

```
361   ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaagct  ctgttgccaa
421   ggaagaacac  ttgggagagt  aactgctctc  aagatgacgg  tacttgagaa  gaaagccccg
481   gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc  aagcgttgtc  cggaattatt
541   gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggtctttta  agtctggtgt  ttaagcccgg  ggctcaaccc
601   cggttcgcat  cggaaactgg  aagacttgag  tgcaggagag  gaaagcggaa  ttccacgtgt
661   agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcggct  ttctggactg
721   taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc  ctggtagtcc
781   acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttag  gggtttcgat  acccttggtg  ccgaagttaa
841   cacaataagc  actccgcctg  gggagtacgc  tcgcaagagt  gaaactcaaa  ggaattgacg
901   gggacccgca  caagcagtgg  agtatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc
961   aggtcttgac  atccctctga  acatgttaga  gatagcatgg  gccttcggga  cagaggagac
1021  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga
1081  gcgcaaccct  tgactttagt  tgccagcatt  gagttgggca  ctctagagtg  actgccggtg
1141  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac
1201  acacgtacta  caatggccgg  tacaacggga  agcgaagtcg  cgagatggag  cgaatcttta
1261  gaagccggtc  tcagttcgga  ttgcaggctg  caactcgcct  gcatgaagtc  ggaattgcta
1321  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg  gtcttgtaca  caccgcccgt
1381  cacaccacga  gagtttacaa  cacccgaagt  cggtggggta  acccgcaagg  gagccagccg
1441  ccgaaggtgg  ggtagatgat  tggggtg
```

564. *Paenibacillus fonticola*（居喷泉类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-52。*Paenibacillus fonticola* Chou et al.，2007，sp. nov.（居喷泉类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ZL = BCRC 17579 = LMG 23577。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ453131。**★种名释意：***fonticola* 中 *fontis* 为喷泉之意，*cola* 为生境之意，故其中文名称为居喷泉类芽胞杆菌［L. masc. n. *fons fontis*，a spring，fountain；L. suff. -*cola*（from L. masc. or fem. n. *incola*），an inhabitant of a place，a resident；N.L. n. *fonticola*，an inhabitant of a fountain］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ZL^T 分离自台湾嘉义县中仑温泉的水样中。**★形态特征：**细胞兼性厌氧，革兰氏染色可变，形成芽胞，能运动，杆状［(0.8～1.0) μm×(2.0～12.4) μm］。**★生理特性：**能在 pH 7～10、温度 20～45℃的条件下生长。对氨苄西林（10 μg）、头孢噻肟（30 μg）、氯霉素（30 μg）、庆大霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、萘啶酸（30 μg）、新生霉素（30 μg）、青霉素（10 U）、利福平（5 μg）、链霉素（10 μg）和四环素（30 μg）敏感。**★生化特性：**在 API 20NE 和 API 20E 测试中，过氧化氢酶、脲酶、七叶苷水解、明胶水解、β-半乳糖苷酶、ONPG 测试明胶酶和利用阿拉伯糖产酸等反应呈阳性，氧化酶、硝酸盐还原、吲哚产生、葡萄糖发酵、精氨酸双水解酶和 D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-甘露糖、D-甘露糖醇、N-乙酰葡萄糖胺、D-麦芽糖、葡萄糖酸、癸酸、苹果酸、柠檬酸、己二酸、苯乙酸的同化利用、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸盐利用、H_2S 产生、色氨酸脱氨酶、3-羟基丁酮产生，以及利用葡萄糖、甘露醇、肌醇、山梨醇、蔗糖、鼠李糖、蜜二糖和苦杏仁糖产酸等反应呈阴性。在 API ZYM 酶反应中，酯酶（C4）、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶和 β-半乳糖苷酶反应呈阳性，碱性磷酸酶、酯酶

（C14）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸、缬氨酸、胰蛋白酶、蛋白酶、酸性磷酸酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶、α-岩藻糖苷酶、N-乙酰β-葡萄糖胺酶反应呈阴性。能氧化下列碳源物质（Biolog GN2 反应体系中呈阳性）：糊精、吐温 80、纤维二糖、D-果糖、D-甘露糖、D-蜜二糖、α-D-葡萄糖、蔗糖和海藻糖，不能利用下列物质为碳源（Biolog GN2 反应体系中呈阴性）：α-环糊精、糖原、吐温 40、N-乙酰-D-半乳糖胺、乙酰氨基葡萄糖、核糖醇、阿拉伯糖、阿拉伯糖醇、半乳糖、海藻糖、赤藓糖醇、龙胆二糖、肌醇、α-D-乳糖、乳果糖、麦芽糖、甘露醇、甲基-β-D-葡萄糖苷、D-阿洛酮糖、棉籽糖、鼠李糖、松二糖、木糖醇、山梨醇、丙酮酸甲酯、甲基琥珀酸、乙酸、顺乌头酸、柠檬酸、甲酸、D-半乳糖酸内酯、D-半乳糖醛酸、D-葡萄糖酸、D-氨基葡萄糖酸、D-葡萄糖醛酸、α-羟基丁酸、β-羟基丁酸、γ-羟基丁酸、对羟基苯乙酸、亚甲基丁二酸、α-酮戊酸、α-酮丁酸、α-酮戊二酸、DL-乳酸、乙酸、丙酸、奎尼酸、D-糖精酸、癸二酸、丁二酸、溴代丁二酸、琥珀酰胺酸、葡萄糖醛酰胺、L-丙氨酰、甘氨酸、天冬酰胺、天冬氨酸、谷氨酸、甘氨酰甘氨酰天冬氨酸、谷氨酸、组氨酸、L-羟基脯氨酸、L-亮氨酸、L-鸟氨酸、L-苯丙氨酸、L-脯氨酸、L-焦谷氨酸、丝氨酸、丝氨酸、苏氨酸、DL-肉碱、氨基丁酸、尿刊酸、肌苷、尿苷、胸苷、苯乙胺、乙醇胺、腐胺、2,3-丁二醇、甘油、DL-α-磷脂酰甘油、葡萄糖-1-磷酸和葡萄糖-6-磷酸。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7；细胞壁肽聚糖的特征脂肪酸是 *meso*-二氨基庚二酸；主要脂肪酸为 $C_{16:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 49.2 mol%。系统发育分析结果表明，菌株 ZL^T 与 *P. assamensis* GPTSA 11^T、*P. timonensis* 2301032^T、*P. macerans* ATCC 8244^T、*P. barengoltzii* SAFN-016^T 和 *P. sanguinis* 2301083^T 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 94.3%、94.0%、93.3%、93.3%和 93.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tgcaagtcga  gcgaggttat  tttggaagct  tgcttccgaa  ataacctagc  ggcggacggg
61    tgagtaatac  gtaggcaacc  tgcccctatg  ctcgggataa  ctagcggaaa  cgttagctaa
121   taccggataa  tttgctttct  cgcatgaggg  agcaatgaaa  gacggagcaa  tctgtcacaa
181   agggatgggc  ctacggcgca  ttagctagtt  ggtaaggtaa  aggcttacca  aggcgacgat
241   gcgtagccga  cctgagaggg  tgaacggcca  cactgggact  gagacacggc  ccagactcct
301   acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca  atggacgcaa  gtctgacgga  gcaacgccgc
361   gtgagtgatg  aaggttttcg  gatcgtaaag  ctctgttgcc  agggaagaac  gtccgtgaga
421   gtaactgctc  acggagtgac  ggtacctgag  aagaaagccc  cggctaacta  cgtgccagca
481   gccgcggtaa  tacgtagggg  gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca
541   ggcggtcatt  taagtctggt  gtataatccc  ggggctcaac  tccgggccgc  actggaaact
601   gggtggcttg  agtgcagaag  aggagagtgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga
661   gatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaagcga  ctctctgggc  tgtaactgac  gctgaggcgc
721   gaaagcgtgg  gtagcaaaca  ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgaat
781   gctaggtgtt  aggggtttcg  atacccttgg  tgccgaagta  aacacattaa  gcattccgcc
841   tggggagtac  ggtcgcaaga  ctgaaactca  aaggaattga  cggggacccg  cacaagcagt
901   ggagtatgtg  gtttaattcg  aagcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg  acatgcctct
961   gaccgctcta  gagatagagc  ttctcttcgg  agcaggggac  acaggtggtg  catggttgtc
1021  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttaacttta
1081  gttgccagca  tttcggatgg  gcactctaga  gtgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggt
1141  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgta  ctacaatggc
```

1201	cagtacaacg	ggaagcgaag	ccgcgaggtg	gagcgaatcc	tatcaaagct	ggtctcagtt
1261	cggattgcag	gctgcaactc	gcctgcatga	agtcggaatt	gctagtaatc	gcggatcagc
1321	atgccgcggt	gaatacgttc	ccgggtcttg	tacacaccgc	ccgtcacacc	acgagagttt
1381	acaacacccg	aagtcggtga	ggtaaccgca	aggagccagc	cgccgaaggt	ggggtagatg
1441	acaggggtga	agtcgtaaca	aggt			

565. *Paenibacillus forsythiae*（连翘类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-53。*Paenibacillus forsythiae* Ma and Chen，2008，sp. nov.（连翘类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**T98 = CCBAU 10203 = DSM 17842。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ338443。**★种名释意：***forsythiae* 意为模式菌株分离自连翘根际土壤，故其中文名称为连翘类芽胞杆菌（N.L. gen. n. *forsythiae*，of *Forsythia*，referring to the plant *Forsythia mira*，the source of the rhizosphere soil from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株 T98^T 分离自我国北京市连翘属植物的根际土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏染色阳性或可变，兼性厌氧，能运动，直杆状［（0.4～0.5）μm ×（2.0～2.6）μm］。芽胞椭圆形，中生，胞囊膨大。在 RVC 矿物培养基上 30℃培养 72 h 后，菌落圆形、凸透镜状、光滑、边缘整齐，直径 2.0～2.5 mm。**★生理特性：**生长的温度为 10～40℃、最适为 30℃，pH 为 4.0～10.0、最适为 7.0～7.2；能在 NaCl 浓度为 3%（w/v）条件下生长，但不能在 5%的条件下生长；浓度为 0.001%的溶菌酶可抑制该菌的生长。**★生化特性：**过氧化氢酶反应阳性，氧化酶反应阴性；V-P 反应阳性，不能将硝酸盐还原为亚硝酸盐；具有固氮作用。能利用琥珀酸盐产酸，但不能利用葡萄糖、蔗糖、乳糖、果糖、甘油、D-山梨醇、麦芽糖、木糖、柠檬酸钠、甘氨酸和 L-天冬氨酸产酸。能水解酪蛋白，但不能水解明胶和淀粉。能固氮。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 50.4 mol%（T_m）。菌株 T98^T 与 *P. sabinae* DSM 17841^T、*P. durus* ATCC 35681^T、*P. zanthoxyli* DSM 18202^T 和 *P. stellifer* DSM 14472^T 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 98.3%、97%、96.8%和 96.5%，与 *Paenibacillus* 其他种类的同源性均低于 96%。16S rRNA 基因序列如下。

1	agagtttgat	cctggctcag	aacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc
61	ggagttgtga	gagagcttgc	tctcgatcaa	cttagcggcg	gacgggtgag	taacacgtag
121	gcaacctgcc	ccttggactg	ggataactac	cggaaacggt	agctaatacc	ggataagacc
181	ttctggtgca	taccggaagg	cggaaaggcg	gagcaatctg	tcaccaaggg	atgggcctgc
241	ggcgcattag	ctagttggtg	gggtaacggc	tcaccaaggc	gacgatgcgt	agccgacctg
301	agagggtgaa	cggccacact	gggactgaga	cacggcccag	actcctacgg	gaggcagcag
361	tagggaatct	tccgcaatgg	gcgaaagcct	gacggagcaa	cgccgcgtga	gtgatgaagg
421	ttttcggatc	gtaaagctct	gttgccaggg	aagaacgtct	tgtagagtaa	ctgctacaag
481	agtgacggta	cctgagaaga	aagccccggc	taactacgtg	ccagcagccg	cggtaatacg
541	tagggggcaa	gcgttgtccg	gaattattgg	gcgtaaagcg	cgcgcaggcg	gctgtttaag
601	tctggtgttt	aaaccatggg	ctcaacctgt	ggtcgcactg	gaaactggac	agcttgagtg
661	cagaagagga	aagtggaatt	ccacgtgtag	cggtgaaatg	cgtagagatg	tggaggaaca
721	ccagtggcga	aggcgacttt	ctgggctgta	actgacgctg	aggcgcgaaa	gcgtggggag
781	caaacaggat	tagataccct	ggtagtccac	gccgtaaacg	atgagtgcta	ggtgttaggg

```
841   gtttcgatac  ccttggtgcc  gaagttaaca  cagtaagcac  tccgcctggg  gagtacggtc
901   gcaagactga  aactcaaagg  aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt
961   aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  ccctctgacc  ggatcagaga
1021  tgatcctttc  cttcgggaca  gaggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1081  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  actttagttg  ccagcaggta
1141  aggctgggca  ctctagagtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca
1201  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtacta  caatggccgg  tacaacggga
1261  agcgaagccg  cgaggtggag  ccgatccttt  aaagccggtc  tcagttcgga  ttgcaggctg
1321  caactcgcct  gcatgaagtc  ggaattgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat
1381  acgttcccgg  gtcttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttacaa  cacccgaagt
1441  cggtggggta  acccttatgg  gagccagccg  ccgaaggtgg  ggtagatgat  tggggtgaag
1501  tcgtaacaag  gtagccgta
```

566. *Paenibacillus frigoriresistens*（抗冻类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-54。*Paenibacillus frigoriresistens* Ming et al.，2012，sp. nov.（抗冻类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**YIM 016 = CCTCC AB 2011150 = JCM 18141。**★16S rRNA基因序列号：**JQ314346。**★种名释意：***frigoriresistens* 为抗冻之意，故其中文名称为抗冻类芽胞杆菌（L. n. *frigor -oris*，cold；L. part. adj. *resistens*，resisting；N.L. part. adj. *frigoriresistens*，cold resisting）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 YIM 016^T 分离自我国东北黑龙江省漠河县一个泥炭沼泽的土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏染色阳性，好氧，以周生鞭毛运动，杆状［（0.8～1.0）μm×（2.0～3.0）μm］。芽胞椭圆形，胞囊膨大。菌落形状不规则、边缘波浪形、凸起、浅黄色。**★生理特性：**菌体生长的温度为 4～37℃，pH 为 6.0～8.0，NaCl 浓度为 0～0.5%（w/v）。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶、脲酶反应阳性，不能还原硝酸盐，不产生 H_2S；能降解吐温 60，能水解淀粉、明胶和七叶苷，不能降解吐温 20、吐温 40、吐温 80，不能水解几丁质、纤维二糖和酪蛋白，柠檬酸盐利用、牛奶凝固和胨化、黑色素形成、利用色氨酸产生吲哚、葡萄糖发酵等呈阴性。具有碱性磷酸酶、酯酶、脂肪酶、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸酶、胱氨酸酶、胰蛋白酶、蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶活性，缺乏精氨酸水解活性，酯酶（C4）、酯酶（C14）、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、β-岩藻糖苷酶、N-乙酰-β-葡萄糖苷酶和α-甘露糖酶的活性；能同化利用 D-阿拉伯糖、N-乙酰葡萄糖胺、葡萄糖酸、D-葡萄糖、D-麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖和苹果酸，但不能利用己二酸、癸酸、苯乙酸。能利用苦杏仁苷、DL-阿拉伯糖、七叶苷、纤维二糖、果糖、半乳糖、海藻糖、葡萄糖、龙胆二糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、甘油、糖原、菊糖、乳糖、D-木糖、麦芽糖、甘露糖醇、甘露糖、甲基-α-D-甘露糖苷、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、核糖、淀粉、蔗糖、海藻糖、D-松二糖和木糖醇产酸，但不能利用 N-乙酰葡萄糖胺、核糖、DL-阿糖醇、熊果苷、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-海藻糖、葡萄糖酸、肌醇、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄酸、水杨苷、山梨醇、山梨糖、D-己酮糖、木糖或甲基-β-D-吡喃木糖苷产酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸、丙氨酸和谷氨酸，细胞内的糖类物质主要有葡萄糖、半乳

糖和核糖，主要呼吸醌类为 MK-7，细胞主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$，主要极性脂是二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺，以及 4 个未知的磷脂和一个未知的糖脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.7 mol%（T_m）。系统发育分析结果表明，菌株 YIM 016^T 与 *Paenibacillus alginolyticus* DSM 5050^T、*Paenibacillus chondroitinus* DSM 5051^T 和 *Paenibacillus pocheonensis* Gsoil 1138^T 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 99.0%、97.0%和 96.3%。而且，它们之间的 DNA-DNA 杂交关联度较低，因此，菌株 YIM 016^T 是 *Paenibacillus* 的一个新种。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      caggacgaac  gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg  agcgggttta  tccttcggga
61     taagctagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  taggtaacct  gcctataaga  tcgggataac
121    tatcggaaac  gatagctaag  accggataat  tggttttctc  gcatgagaga  actatgaaac
181    acggagcaat  ctgtggctta  tagatgggcc  tgcggcgcat  tagcttgttg  gtgaggtaac
241    ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt  gaacggccac  actgggactg
301    agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  tcttccgcaa  tggacgcaag
361    tctggcggag  caacgccgcg  tgagtgatga  aggttttcgg  atcgtaaagc  tctgttgccc
421    tagacgaaca  gcaaggagag  taactgctct  ttgtgtgacg  gtataggaga  agaaagcccc
481    ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg  caagcgttgt  ccggaattat
541    tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggtcaatt  aagttgggtg  tttaagcccg  gggctcaacc
601    ccggttcgca  tccaaaactg  gttgacttga  gtgtaggaga  ggaaagtgga  attccacgtg
661    tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcgac  tttctggcct
721    ataactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc
781    cacgccgtaa  acgatgcata  ctaggtgttg  gggattcgat  tcctcggtgc  cgaagttaac
841    acagtaagta  tgccgcctgg  ggagtacgct  cgcaagagtg  aaactcaaag  gaattgacgg
901    ggacccgcac  aagcagtgga  gtatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca
961    ggtcttgaca  tctgggtgta  agcactagag  atagtgcccc  tcttcggagc  acccaagaca
1021   ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag
1081   cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcatgt  tatggtgggc  actctaagat  gactgccggt
1141   gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta
1201   cacacgtact  acaatggtcg  gtacaacggg  aagcgaagcc  gcgaggtgga  gccaatcctt
1261   ataagccgat  ctcagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagt  cggaattgct
1321   agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggtcttgtac  acaccgcccg
1381   tcacaccacg  agagtttaca  acacccgaag  tcggtggggt  aacccgcaag  ggagccagcc
1441   gccgaaggtg  gggtagatga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa  ggta
```

567. *Paenibacillus gansuensis*（甘肃类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-55。*Paenibacillus gansuensis* Lim et al.，2006，sp. nov.（甘肃类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**B518 = DSM 16968 = KCTC 3950。**★16S rRNA 基因序列号：**AY839866。**★种名释意：***gansuensis* 意为模式菌株分离自我国甘肃，故其中文名称为甘肃类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *gansuensis*，belonging to Gansu，from where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $B518^T$ 分离自我国甘肃省的沙漠土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏染色阳性，杆状 [（0.7～0.9）μm×（1.7～2.4）μm]，依靠少量的鞭毛运动。

在 R2A 培养基上 35℃培养后，菌落形状不规则、半透明、有光泽、半黏性、微隆起、淡黄色。★**生理特性**：菌体生长的温度为 10～45℃（最适为 35～40℃）。★**生化特性**：不能将硝酸盐还原成亚硝酸盐，过氧化氢酶、氧化酶反应阴性，能水解七叶苷、酪蛋白和吐温 80，但不能水解次黄嘌呤、酪氨酸、淀粉和黄嘌呤。能利用 D-葡萄糖、D-果糖、D-核糖、D-木糖、乳糖、D-海藻糖、麦芽糖、D-甘露糖、L-阿拉伯糖、D-棉籽糖、肌醇、甘油、蔗糖、蜜二糖和水杨苷产酸，但不能利用 D-甘露醇、核糖醇和熊果苷产酸。★**化学特性**：主要呼吸醌为 MK-7，主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 50 mol%（HPLC）。系统发育分析结果表明，菌株 B518^T 在 *Paenibacillus* 内形成一个独立分支，与 *Paenibacillus chitinolyticus* IFO 15660^T 的 16S rRNA 基因序列同源性为 95.8%，而与 *Paenibacillus* 其他种类的同源性均低于 95.1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ttagagtttg  atcccctgct  caggacgaac  gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg
61    agcggagtgg  aagagaagct  tgcttctctg  atacttagcg  gcggacgggt  gagtaacacg
121   taggcaacct  gcctgtaaga  ctgggataac  taccggaaac  ggtagctaag  accggataca
181   cggctccttc  gcctgaagga  gccgggaaaa  gcggagcaat  ctgctgctta  cagatgggcc
241   tgcggcgcat  tagctagttg  gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac
301   ctgagagggt  gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag
361   cagtagggaa  tcttccgcaa  tggacgcaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgatga
421   aggttttcgg  atcgtaaagc  tctgttgcca  gggaagaacg  ccaaggagag  taactgctct
481   ttgggtgacg  gtacctgaga  agaaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat
541   acgtaggggg  caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggttttgt
601   aagtctagtg  tttaattcca  gggctcaacc  ttggatcgca  ccggaaactg  caagacttga
661   gtgtaggaga  ggaaagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga
721   acaccagtgg  cgaaggcgac  tttctggcct  ataactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg
781   gagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgaatg  ctaggtgtta
841   ggggtttcga  tacccttggt  gccgaagtta  acacagtaag  cattccgcct  ggggagtacg
901   ctcgcaagag  tgaaactcaa  aggaattgac  ggggacccgc  acaagcagtg  gagtatgtgg
961   tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catccctctg  aatgcagtag
1021  agatattgca  ggccttcggg  acagaggaga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg
1081  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcag
1141  gtaaggctgg  gcactctagg  atgactgccg  gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg
1201  tcaaatcatc  atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgta  ctacaatggc  cggtacaacg
1261  ggaagcgaag  ccgcgaggcg  gagccaatct  tataaagccg  gtctcagttc  ggattgcagg
1321  ctgcaactcg  cctgcatgaa  gtcggaattg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg
1381  aatacgttcc  cgggtcttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttta  caacacccga
1441  agtcggtggg  gtaacccgca  agggagccag  ccgccgaagg  tggggtagat  gattggggtg
1501  aagtcgtaac  aaggtaacca  gggtagagt
```

568. *Paenibacillus ginsengarvi*（人参田类芽胞杆菌）

【**种类编号**】3-57-56。*Paenibacillus ginsengarvi* Yoon et al.，2007，sp. nov.（人参田类芽胞杆菌）。★**模式菌株**：Gsoil 139 = DSM 18677 = KCTC 13059。★**16S rRNA** 基因序

列号：AB271057。**★种名释意：***ginsengarvi* 中 *ginsengum* 为人参之意，*arvum* 为田之意，故其中文名称为人参田类芽胞杆菌（N.L. n. *ginsengum*，ginseng；L. n. *arvum*，a field；N.L. gen. n. *ginsengarvi*，of a ginseng field，the source of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株 Gsoil 139^T 分离自韩国抱川省高丽参田的土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏染色阳性，不运动，杆状。芽胞椭圆形，中生，胞囊膨大。**★生理特性：**厌氧，生长的温度为 18～45℃（最适为 37℃），pH 为 5.0～8.5（最适为 6.5～7.0），能耐受 2%的 NaCl 浓度，但不能耐受 3%（w/v）的 NaCl 浓度；能够在 NA、TSA 培养基上生长，但不能在麦康凯（MacConkey）培养基上生长。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶反应阳性，不能将硝酸盐还原成亚硝酸盐。能较弱地水解 DNA，但不能水解几丁质、淀粉、纤维二糖、脂肪和酪蛋白，β-葡萄糖苷酶、β-半乳糖苷酶反应阳性。能利用下列物质生长：D-葡萄糖、麦芽糖、D-蜜二糖、D-核糖、蔗糖、水杨苷和葡萄糖酸。不能利用下列物质：D-甘露糖、L-海藻糖、L-鼠李糖、L-阿拉伯糖、丙酸酯、癸酸、苯乙酸、3-羟基苯甲酸、4-羟基苯甲酸、甲酸、乙酸、丙二酸、柠檬酸、戊酸、3-羟基丁酸、乳酸、苹果酸、亚甲基丁二酸、5-酮基葡萄糖酸、2-酮戊二酸、己二酸、辛二酸、D-山梨醇、D-甘露醇、肌醇、糖原、N-乙酰-D-氨基葡萄糖、明胶、尿素、硝酸盐、L-丝氨酸、L-色氨酸、L-丙氨酸、L-精氨酸、L-组氨酸和 L-脯氨酸。在 API 20E 测试中，β-半乳糖苷酶、V-P 反应为阳性；精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶、脲酶、明胶水解、吲哚和硫化氢产生等为阴性。能利用下列物质产酸：D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、L-木糖、D-葡萄糖、甲基-β-D-木糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、纤维二糖、麦芽糖、D-蜜二糖、海藻糖、蔗糖、棉籽糖和 D-松二糖。不能利用下列物质产酸：赤藓糖醇、L-木糖、核糖醇、D-半乳糖、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、N-乙酰-D-氨基葡萄糖、水杨苷、D-乳糖、菊糖、松三糖、淀粉、糖原、木糖醇、β-龙胆二糖、D-木糖、D-己酮糖、D-海藻糖、D-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7，主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.1 mol%。系统发育分析结果表明，菌株 Gsoil 139^T 属于 *Paenibacillus*，与其亲缘关系最近的是 *Paenibacillus hodogayensis*（95.6%）和 *Paenibacillus koleovorans*（93.8%），与 *Paenibacillus* 其他种类的同源性均低于 93.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tggctcagga  cgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcga  atccttcggg
61    gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag  gcaacctgcc  cgtaagtctg  ggataactat
121   cggaaacgat  agctaatacc  ggatacgaag  agagaaygca  tgttctcttt  tggaaaggcg
181   gagcaatctg  ccacttacgg  atgggcctgc  ggcgcattag  ctagtaggcg  gggtaacggc
241   ccacctaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact  gggactgaga
301   cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg  gcgaaagcct
361   gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc  gtaaagctct  gttgccagag
421   aagaacgccg  aggagagtaa  ctgctcttcg  ggtgacggta  tctgagaaga  aagccccggc
481   taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  tagggggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg
541   gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gctgtttaag  tctggtgttt  aagcccgggg  ctcaaccccg
601   gttcgcactg  gaaactggat  ggcttgagtg  caggagaggg  aagtggaatt  ccacgtgtag
```

```
661   cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgacttc  ctggcctgta
721   actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac
781   gccgtaaacg  atgagtgcta  ggtgttaggg  gtttcgatac  ccttggtgcc  gaagtaaaca
841   cagtaagcac  tccgcctggg  gagtacggtc  gcaagactga  aactcaaagg  aattgacggg
901   gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag
961   gtcttgacat  cccccctgaat  atyctagaga  tagggtaggc  cttcgggaca  ggggagacag
1021  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc
1081  gcaacccttg  attttagttg  ccagcacttc  gggtgggcac  tctagaatga  ctgccggtga
1141  caaaccggag  gaaggcgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca
1201  cacgtactac  aatggccggt  acaacgggcc  gcgaagccgc  gaggtggagc  caatcctaaa
1261  aagccggtct  cagttcggat  tgcaggctgc  aactcgcctg  catgaagtcg  gaattgctag
1321  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg  tcttgtacac  accgcccgtc
1381  acaccacgag  agtttacaac  acccgaagtc  ggtgaggtaa  ccgcaaggag  ccagccgccg
1441  aaggtggggt  agatgattgg  ggtgaagtc
```

569. *Paenibacillus ginsengihumi*（人参地类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-57。*Paenibacillus ginsengihumi* Kim et al.，2008，sp. nov.（人参地类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DCY16 = JCM 14928 = KCTC 13141。**★16S rRNA 基因序列号：**EF452662。**★种名释意：***ginsengihumi* 中 *ginsengum* 为人参之意，*humus* 为土壤、土地之意，故其中文名称为人参地类芽胞杆菌（N.L. n. *ginsengum*，ginseng；L. n. *humus*，soil；N.L. gen. n. *ginsengihumi*，of the soil of a ginseng field，the source of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DCY16^T 分离自韩国的人参地土壤中。**★形态特征：**细胞圆杆状［（0.5～0.8）μm ×（2.0～3.5）μm］，革兰氏阳性，好氧，能运动。在 R2A 培养基上培养 5 d 菌落圆形，浅黄色。**★生理特性：**生长的温度是 25～42℃，在 4℃时不生长，最适生长温度为 37℃；生长的 pH 是 7.0～9.0。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性和氧化酶为阴性。有氧条件下的硝酸盐还原反应为阳性，不产生吲哚。可水解七叶苷，但不水解淀粉和明胶。可利用麦芽糖、蜜二糖、蔗糖和甘露醇。不利用 2-酮基葡萄糖酸、3-羟基苯甲酸、DL-3-羟基丁酸、4-羟基苯甲酸、5-酮基葡萄糖酸、癸酸、柠檬酸、葡萄糖酸、亚甲基丁二酸、DL-乳酸、苹果酸、丙二酸、苯乙酸、丙酸、正戊酸、阿拉伯糖、海藻糖、葡萄糖、麦芽糖、甘露糖、鼠李糖、核糖、肌醇、甘露醇、山梨醇、L-丙氨酸、L-组氨酸、脯氨酸、L-丝氨酸、N-乙酰葡萄糖胺或糖原、水杨苷。酯酶（C4）、酯酶（C8）、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酶和萘酚-AS-BI-磷酸水解酶活性为阳性。N-乙酰葡萄糖胺酶、酸性磷酸酶、碱性磷酸酶、精氨酸双水解酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、α-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、亮氨酸芳基酰胺酶、酯酶（C14）、α-甘露糖苷酶、蛋白酶、胰蛋白酶、脲酶或缬氨酸芳基酰胺酶活性为阴性。**化学特征：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$，主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 50.9 mol%。系统发育分析结果表明，菌株 DCY16^T 属于 *Paenibacillus*，与其亲缘关系最近的是 *Paenibacillus validus* JCM 9077^T（94.4%）、*P. chinjuensis* WN9^T（94.4%）、*P. naphthalenovorans* DSM 14203^T（94.2%），*P. ehimensis* KCTC 3748^T（92.8%）和 *P. elgii* KCTC 10016BP^T（92.4%）。16S rRNA 基因序列如下。

1	agagtttgat	cctggctcag	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc
61	gctggatgrt	ttccttcggg	gaattatccg	gagcggcgga	cgggtgagta	acacgtaggc
121	aacctgcccg	gaagaccggg	ataactaccg	gaaacggtag	ctaataccgg	ataggtggct
181	tcttcgcatg	ggggagccaa	gaaacgcgga	gcaatctgcg	gcttacggat	gggcctgcgg
241	cgcattagct	agttggcagg	gtaacggcct	accaaggcga	cgatgcgtag	ccgacctgag
301	agggtgatcg	gccacactgg	gactgagaca	cggcccagac	tcctacggga	ggcagcagta
361	gggaatcttc	cgcaatgggc	gaaagcctga	cggagcaacg	ccgcgtgagt	gaggaaggtc
421	ttcggatcgt	aaagctctgt	tgccaaggaa	gaacggcccg	gagagtcact	gctccgggag
481	tgacggtact	tgagaagaaa	gccccggcta	actacgtgcc	agcagccgcg	gtaatacgta
541	gggggcaagc	gttgtccgga	attattgggc	gtaaagcgcg	cgcaggcggt	ctgttaagtc
601	ttgtgtttaa	gcccggggct	caaccccggt	tcgcatggga	aactggcagt	acttgagtgc
661	aggagaggaa	agcggaattc	cacgtgtagc	ggtgaaatgc	gtagagatgt	ggaggaacac
721	cagtggcgaa	ggcggctttc	tggactgtaa	ctgacgctga	ggcgcgaaag	cgtggggagc
781	aaacaggatt	agataccctg	gtagtccacg	ccgtaaacga	tgagtgctag	gtgtcggggg
841	tttcgatacc	cgcggtgccg	aagttaacgc	aataagcact	ccgcctgggg	agtacgctcg
901	caagagtgaa	actcaaagga	attgacgggg	acccgcacaa	gcagtggagt	atgtggttta
961	attcgaagca	acgcgaagaa	ccttaccagg	tcttgacatc	cctctgaccg	gtgcagagat
1021	gtgcctttcc	ttcgggacag	aggagacagg	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt
1081	gagatgttgg	gttaagtccc	gcaacgagcg	caacccttag	ctttagttgc	cagcatgaga
1141	gatgggcact	ctagagcgac	tgccggtgac	aaaccggagg	aaggtgggga	tgacgtcaaa
1201	tcatcatgcc	ccttatgacc	tgggctacac	acgtactaca	atggccggta	cagagggaag
1261	cgaaggagcg	atctggagcg	aatcccaaaa	aagcggtctc	agttcggatt	gcaggctgca
1321	actcgcctgc	atgaagtcgg	aattgctagt	aatcgcggat	cagcatgccg	cggtgaatac
1381	gttcccgggt	cttgtacaca	ccgcccgtca	caccacgaga	gtttacaaca	cccgaagtcg
1441	gtgaggtaac	cgyaaggagc	cagccgccga	aggtggggta	gatgattggg	gtgaagtcgt
1501	aacaaggtaa	cc				

570. *Paenibacillus glacialis*（冰川类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-58。*Paenibacillus glacialis* Kishore et al.，2010，sp. nov.（冰川类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**KFC91 = DSM 22343 = NCCB 100252。**★16S rRNA 基因序列号：**EU815294。**★种名释意：***glacialis* 为冰川之意，故其中文名称为冰川类芽胞杆菌（L. fem. adj. *glacialis*，icy，referring to the cold，icy environment from which the strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 KFC91^{T} 分离自印度喜马拉雅山 kafni 冰川采集的样本中。**★形态特征：**细胞圆杆状（0.5 μm × 2.2 μm），革兰氏阳性，好氧，可运动。形成芽胞，芽胞椭圆形，次端生。在 TSA 培养基上菌落为圆形，凸起，边缘完整，浅黄色和无色素。培养 5 d 菌落为圆形，浅黄色。**★生理特性：**生长的温度是 4～30℃，在 4℃时不生长，最适生长温度为 22℃；生长的 pH 是 6.0～7.5，最适 pH 为 7.0。可在 2% NaCl 中生长，但在 5% NaCl 时不生长。对下列抗生素敏感：卡那霉素（30 μg）、新生霉素（30 μg）、洛美沙星（30 μg）和氯霉素（30 μg）。耐链霉素（10 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，但赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、苯丙氨酸脱氨、柠檬酸盐利用、吲哚产生及甲

基红试验等为阴性。可利用以下化合物作为唯一碳源：D-果糖、纤维二糖、葡萄糖、肌醇、核糖、海藻糖、麦芽糖、赤藓糖醇、蔗糖、菊糖和水杨苷。但不可利用下列化合物：棉籽糖、核糖醇、阿拉伯糖、半乳糖醇、D-木糖、D-甘露糖或甘油。可从果糖、海藻糖、纤维二糖、水杨苷等中产酸，但从棉籽糖、蜜二糖、半乳糖醇、肌醇、半乳糖醇、鼠李糖、阿拉伯糖和山梨糖等中不产酸。**化学特征：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（56.8%）、iso-$C_{15:0}$（9.9%）和 $C_{16:1\omega11c}$（6.0%）。主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要极性脂是磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.0 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 KFC91^T 与 *Paenibacillus antarcticus* LMG 22078^T（98.9%）和 *Paenibacillus macquariensis* LMG 6935^T（98.7%）的亲缘关系最近。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 KFC91^T 与 *P. antarcticus* 和 *P. macquariensis* 的关联度分别为 39%和 52%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggactttgcc  ttcgggtaaa
61    gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gtaacctgcc  cataagactg  ggataacatt
121   cggaaacgaa  tgctaatacc  ggatacgcga  atcggtcgca  tgatcgaatc  gggaaaggcg
181   gagcaatctg  ccacttatgg  atggacccgc  ggcgcattag  ctagttggtg  gggtaacggc
241   tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact  gggactgaga
301   cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct
361   gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc  gtaaagctct  gttgccaggg
421   aagaacgctt  gcgagagtaa  ctgctcgcaa  ggtgacggta  cctgagaaga  aagccccggc
481   taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  tagggggcaa  gcgttgtccc  ggaattattg
541   ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggccttgtaa  gtctgtcgtt  taaactcgga  gctcaacttc
601   gagtcgcgat  ggaaactgca  aagcttgagt  gcagaagagg  aaagtggaat  tccacgtgta
661   gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac  accagtggcg  aaggcgactt  tctgggctgt
721   aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca
781   cgccgtaaac  gatgaatgct  aggtgttagg  ggtttcgata  cccttggtgc  cgaagttaac
841   acattaagca  ttccgcctgg  ggagtacggt  cgcaagactg  aaactcaaag  gaattgacgg
901   ggacccgcac  aagcagtgga  gtatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca
961   ggtcttgaca  tccctctgac  cgtcctagag  atagggcttt  ccttcgggac  agaggagaca
1021  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag
1081  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcactt  tgggtgggca  ctctaggatg  actgccggtg
1141  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac
1201  acacgtacta  caatggccga  tacaacggga  agcgaaaccg  cgaggtggag  ccaatcctat
1261  caaagtcggt  ctcagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagt  cggaattgct
1321  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggtcttgtac  acaccgcccg
1381  tcacaccacg  agagtttaca  acacccgaag  ccggtggggt  aaccgcaagg  agccagccgt
1441  cgaaggtggg  gtagatgatt  gg
```

571. *Paenibacillus glucanolyticus*（解葡聚糖类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-59。*Paenibacillus glucanolyticus*（Alexander and Priest 1989）Shida et al.，1997，comb. nov.（解葡聚糖类芽胞杆菌）= *Bacillus glucanolyticus* Alexander and

Priest，1989，sp. nov.。★**模式菌株**：S93 = HSCC 171 = ATCC 49278= CCUG 28523 = CIP 106935 = DSM 5162 = IFO（now NBRC）15330= LMG 12239= NCIMB 12809 = NRRL B-14679。★**16S rRNA 基因序列号**：AB073189。★**种名释意**：*glucanolyticus* 中 *glucanum* 为葡聚糖之意，*lutikos* 为降解之意，故其中文名称为解葡聚糖类芽胞杆菌[N.L. n. *glucanum*，glucan（a polysaccharide of D-glucose monomers）；Gr. adj. *lutikos*，dissolving；N.L. masc. adj. *glucanolyticus*，hydrolyzing glucose polymers]。

【**种类描述**】★**菌株来源**：菌株是从花园土壤中分离得到的。★**形态特征**：细胞长（>3.0 μm）而窄（<0.9 μm），兼性厌氧。芽胞椭球形，端生，胞囊膨大。NA 培养基上形成的菌落不透明、扁平且光滑。★**生理特性**：生长温度为 17～37℃，pH 为 5.7，在温度为 5℃或 50℃时菌株不能生长；在温度为 45℃时菌株生长可变。★**生化特性**：利用葡萄糖不产气。利用下列化合物产酸：纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、棉籽糖、水杨苷、蔗糖、海藻糖和 D-木糖。大部分菌株利用下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、甘油和甘露糖醇。V-P 培养基的 pH 小于 5.5。利用半乳糖醇、赤藓糖醇和山梨糖醇不产酸；所有菌株都能水解熊果苷、羧甲基纤维素、七叶苷、DNA、支链淀粉、石耳素、核糖核酸和淀粉；无菌株能水解尿囊素、几丁质、弹性蛋白、卵磷脂、果胶、酪氨酸或尿素；大部分菌株能水解酪蛋白和明胶；大部分菌株能利用柠檬酸盐和琥珀酸盐；菌株在 NaCl 浓度为 5%时能生长，NaCl 浓度为 10%时菌株不能生长；不产吲哚；V-P 反应为阴性。★**化学特性**：主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 48.3 mol%～48.6 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，6 个 *Bacillus* 种类与 *P. lautus* 的同源性均高于 97.1%，因此将它们重分类为 *Paenibacillus* 的成员。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gatcatggct  caggacgaac  gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg  agcggacttg
61    anggagtgct  tgcactcctg  anagttagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  taggcaacct
121   gccctcaaga  ctgggataac  taccggaaac  ggtagctaat  accggataat  ttattacata
181   gcattatgtn  ataatgaaag  acggagcaat  ctgtcacttg  gggatgggcc  tgcggcgcat
241   tagctagttg  gtggggtaac  ggcccaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
301   gaacggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa
361   tcttccgcaa  tgggcgaaag  cctgacggag  caacgccgcg  tgagtgatga  aggttttcgg
421   atcgtaaagc  tctgttgcca  aggaagaacg  tctcatagag  taactgctat  agagagtgac
481   ggtacttgag  aagaaagccc  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtagggg
541   gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggttctt  taagtctggt
601   gtttaaacct  ggggctcaac  ttcaggtcgc  actggaaact  ggggaacttg  agtgcagaag
661   aggagagtgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  tatgtggagg  aacaccagtg
721   gcgaaggcga  ctctctgggc  tgtaactgac  gctgaggcgc  gaaagcgtgg  ggagcaaaca
781   ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgaat  gctaggtgtt  aggggtttcg
841   ataccettgg  tgccgaagtt  aacacattaa  gcattccgcc  tggggagtac  ggtcgcaaga
901   ctgaaactca  aaggaattga  cggggacccg  cacaagcagt  ggagtatgtg  gtttaattcg
961   aagcaacgcg  aagaacctta  ccaagtcttg  acatccctnt  gaatctgcta  gagatagcag
```

```
1021  cggccttcgg  gacagaggag  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat
1081  gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttgatttta  gttgccagca  ggtaaggctg
1141  ggcactctag  aatgactgcc  ggtgacaaac  cggaggaagg  cggggatgac  gtcaaatcat
1201  catgcccctt  atgacttggg  ctacacacgt  actacaatgg  ctggtacaac  gggaagcgaa
1261  gccgcgaggt  ggagccaatc  ctataaaagc  cagtctcagt  tcggattgca  ggctgcaact
1321  cgcctgcatg  aagtcggaat  tgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt
1381  cccgggtctt  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtt  tacaacaccc  gaagtcggtg
1441  gggtaacccg  caagggagcc  agccgccgaa  ggtggggtag  atgattgggg  tgaagtcgta
1501  acaaggtagc  cgtatcggaa  ggtgcggctg  gatca
```

572. *Paenibacillus glycanilyticus*（解杂多糖类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-60。*Paenibacillus glycanilyticus* Dasman et al.，2002，sp. nov.（解杂多糖类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DS-1 = IFO（now NBRC）16618 = JCM 11221 = NRRL B-23455。**★16S rRNA 基因序列号：**AB042938。**★种名释意：***glycanilyticus* 中 *glycanum* 为杂多糖之意，*lutikos* 为降解之意，故其中文名称为解杂多糖类芽胞杆菌（N.L. *glycanum*，glycan，a heteropolysaccharide；Gr. adj. *lutikos*，dissolving；N.L. masc. adj. *glycanilyticus*，degrading heteropolysaccharide）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DS-1^T 分离自日本大阪大学校园的土壤。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.8）μm ×（3.0～5.0）μm］，革兰氏阳性，兼性好氧，依靠周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。菌落扁平、光滑、圆形、完整、浅粉红色。**★生理特性：**生长的温度是 28～37℃，在 50℃时不生长，最适 pH 为 5.7，在 5% NaCl 时不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阳性。氧化酶反应为阴性。不可利用柠檬酸、琥珀酸、乙酸、富马酸和苹果酸。可利用以下化合物：甘油、L-阿拉伯糖、核糖、木糖、甲基-β-D-木糖苷、半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、鼠李糖、肌醇、甘露醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨酸、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、松三糖、淀粉、糖原、D-松二糖和 L-海藻糖。不可利用以下化合物：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、阿东醇、山梨糖、半乳糖醇、山梨醇、菊糖、木糖醇、D-木糖、D-己酮糖、D-阿拉伯糖醇、D-海藻糖、L-阿拉伯糖醇、葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸和 2-酮基葡萄糖酸。能降解由地木耳普通念珠藻（*Nostoc commune*）产生的杂多糖。**化学特征：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 50.5 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 DS-1^T 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus curdlanolyticus* IFO 15724^T 和 *Paenibacillus kobensis* IFO 15729^T 的亲缘关系最近。16S rRNA 基因序列如下。

```
1    gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggactttgcc  ttcgggtaaa
61   gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg  gtaacctgcc  cataagactg  ggataacatt
121  cggaaacgaa  tgctaatacc  ggatacgcga  atcggtcgca  tgatcgaatc  gggaaaggcg
181  gagcaatctg  ccacttatgg  atggacccgc  ggcgcattag  ctagttggtg  gggtaacggc
241  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact  gggactgaga
```

301	cacggcccag	actcctacgg	gaggcagcag	tagggaatct	tccgcaatgg	acgaaagtct
361	gacggagcaa	cgccgcgtga	gtgatgaagg	ttttcggatc	gtaaagctct	gttgccaggg
421	aagaacgctt	gcgagagtaa	ctgctcgcaa	ggtgacggta	cctgagaaga	aagccccggc
481	taactacgtg	ccagcagccg	cggtaatacg	tagggggcaa	gcgttgtccc	ggaattattg
541	ggcgtaaagc	gcgcgcaggc	ggccttgtaa	gtctgtcgtt	taaactcgga	gctcaacttc
601	gagtcgcgat	ggaaactgca	aagcttgagt	gcagaagagg	aaagtggaat	tccacgtgta
661	gcggtgaaat	gcgtagagat	gtggaggaac	accagtggcg	aaggcgactt	tctgggctgt
721	aactgacgct	gaggcgcgaa	agcgtgggga	gcaaacagga	ttagataccc	tggtagtcca
781	cgccgtaaac	gatgaatgct	aggtgttagg	ggtttcgata	cccttggtgc	cgaagttaac
841	acattaagca	ttccgcctgg	ggagtacggt	cgcaagactg	aaactcaaag	gaattgacgg
901	ggacccgcac	aagcagtgga	gtatgtggtt	taattcgaag	caacgcgaag	aaccttacca
961	ggtcttgaca	tccctctgac	cgtcctagag	atagggcttt	ccttcgggac	agaggagaca
1021	ggtggtgcat	ggttgtcgtc	agctcgtgtc	gtgagatgtt	gggttaagtc	ccgcaacgag
1081	cgcaaccctt	gatcttagtt	gccagcactt	tgggtgggca	ctctaggatg	actgccggtg
1141	acaaaccgga	ggaaggtggg	gatgacgtca	aatcatcatg	ccccttatga	cctgggctac
1201	acacgtacta	caatggccga	tacaacggga	agcgaaaccg	cgaggtggag	ccaatcctat
1261	caaagtcggt	ctcagttcgg	attgcaggct	gcaactcgcc	tgcatgaagt	cggaattgct
1321	agtaatcgcg	gatcagcatg	ccgcggtgaa	tacgttcccg	ggtcttgtac	acaccgcccg
1381	tcacaccacg	agagtttaca	acacccgaag	ccggtggggt	aaccgcaagg	agccagccgt
1441	cgaaggtggg	gtagatgatt	gg			

573. *Paenibacillus graminis*（草类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-61。*Paenibacillus graminis* Berge et al.，2002，sp. nov.（草类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**RSA19 = ATCC BAA-95 = DSM 15220 = LMG 19080。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ223987。**★种名释意：***graminis* 为草之意，故其中文名称为草类芽胞杆菌（L. gen. n. *graminis*，of grass）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 RSA19^T 分离自玉米根际、小麦根系与土壤。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～1.0）μm ×（3.0～4.0）μm］，单个或短链状排列，革兰氏阳性。芽胞椭圆形，端生，胞囊膨大。在 NA 培养基上菌落浅黄色、光滑，边缘完整。在 TSA 平板上 30℃培养 3 d 菌落为 1.0～2.0 mm。在含 2%葡萄糖或蔗糖的培养基中菌落黏稠状。**★生理特性：**最低生长温度是 5～10℃，最高生长温度为 35～40℃。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性。氧化酶为阴性，兼性厌氧。由下列化合物产酸：甘油、L-阿拉伯糖、D-木糖、甲基-β-D-木糖苷、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、甘露糖醇、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰基-葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原和 D-松二糖。在下列化合物中不产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、核糖、L-木糖、核糖醇、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、山梨糖醇、甲基-α-D-甘露糖苷、木糖醇、D-木糖、D-己酮糖、L-海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸。在菊糖、D-海藻糖和葡萄糖中可产酸也可

不产酸。可水解七叶苷。硝酸盐被还原成亚硝酸盐。乙炔被还原成乙烯。**★分子特性：** DNA 的 G+C 含量为 52.1 mol%。根据 API 生化分析结果，16 个菌株被鉴定为 *Bacillus circulans*，但根据 16S rRNA 基因序列分析结果，其中的两个菌株 RSA19^T 和 TOD45^T 应该属于 *Paenibacillus*，而且，根据 DNA-DNA 杂交实验，这 16 个菌株可以分为两个基因种，将它们分别命名为 *Paenibacillus graminis* sp. nov.（RSA19^T）和 *Paenibacillus odorifer* sp. nov.（TOD45^T）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gcccggggga  tcttggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61    cggatttact  ggagtgcttg  cactccagta  ggttagcggc  ggacgggtga  gtaacacgta
121   ggcaacctac  cctctagact  gggataacta  ccggaaacgg  tagctaatac  cggataattc
181   cctgaccctc  ctgggctagg  gatgaaaggc  ggagcaatct  gctgctagag  gatgggcctg
241   cggcgcatta  gctagttggt  ggggtaacgg  cctaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct
301   gagagggtga  acggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca
361   gtagggaatc  ttccgcaatg  ggcgaaagct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg
421   ttttcggatc  gtaaagctct  gttgccaggg  aagaacgtcc  ggtagagtaa  ctgctgccgg
481   agtgaccgta  cctgagaaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
541   tagggggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  ctatttaagt
601   ctggtgttta  aaccttgggc  tcaacctggg  gtcgcactgg  aaactgggtg  gcttgagtac
661   agaagaggaa  agtggaattc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac
721   cagtggcgaa  ggcgactttc  tgggctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  ctggggagca
781   aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gagtgctagg  tgttaggggt
841   ttcgataccc  ttggtgccga  agttaacaca  gtaagcactc  cgcctgggga  gtacggtcgc
901   aagactgaaa  ctcaaaggaa  ttgacgggga  cccgcacaag  cagtggagta  tgtggtttaa
961   ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  aactaacgaa  gcagagatgc
1021  attaggtgcc  cttcggggaa  agttgagaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc
1081  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gactttagtt  gccagcaggt
1141  aaggctgggc  actctagagt  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc
1201  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtact  acaatggccg  gtacaacggg
1261  aagcgaagcc  gcgaggtgga  gccaatccca  gcaaagccgg  tctcagttcg  gattgcaggc
1321  tgcaactcgc  ctgcatgaag  tcggaattgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga
1381  atacgttccc  gggtcttgta  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagtttac  aacaccc
```

574. *Paenibacillus granivorans*（噬淀粉粒类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-62。*Paenibacillus granivorans* Van der Maarel et al.，2001，sp. nov.（噬淀粉粒类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**A30 = CBS 229.89。**★16S rRNA 基因序列号：**AF237682。**★种名释意：***granivorans* 其中 *grani* 为淀粉颗粒之意，*vorans* 为吃之意，故其中文名称为噬淀粉粒类芽胞杆菌（L. pl. n. *grani*，granules；L. part. adj. *vorans*，eating，devouring；N.L. part. adj. *granivorans*，granules-eating，referring to its ability to hydrolyze granular starch）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 A30^T 分离自玉米根际、小麦根系与土壤。★形态特征：细胞革兰氏阳性，以周生鞭毛运动，杆状［（0.5～0.8）μm×（1.5～4.0）μm］。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 NA 培养基上菌落浅黄色，光滑，边缘完整。在 TSA 平板上 30℃培养 3 d 菌落为 1.0～2.0 mm。在含 2%葡萄糖或蔗糖的培养基中菌落黏稠状。★生理特性：生长温度可达 45℃，最适为 37℃。生长 pH 为 6～8.5，最适 pH 为 7。在 NaCl 浓度为 5%及以上时不能生长。★生化特性：严格好氧。硝酸盐能被还原为亚硝酸盐。过氧化氢酶为阳性。氧化酶为阴性。不产吲哚，无苯丙氨酸脱氨酶活性。V-P 反应为阴性，其培养基 pH 为 5.8。不能降解酪氨酸。能水解淀粉，但不能水解酪蛋白或明胶。由葡萄糖、L-阿拉伯糖、棉籽糖、甘油和木糖产酸。不能由葡萄糖产酸。不能利用柠檬酸、丙酸和乙酸。化学特征：主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{15:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 47.8 mol%（HPLC）。菌株 A30^T 与 *P. amylolyticus*、*P.chibensis* 和 *P.thiaminolyticus* 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 94.2%、93.7%和 93%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     atcntggctc  aggacgaacg  ctggcggcgt  gcctaataca  tgcaagtcga  gcggacttga
61    tgagaagctt  gcttctcaga  tagttagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  aggtaacctg
121   cccataagac  tgggataaca  ttcggaaacg  aatgctaata  ccagatacgc  gattttctcg
181   catgaggaaa  tcgggaaagg  cggagcaatc  tgtcacttat  ggatggacct  gcggcgcatt
241   agctagttgg  tgaggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg
301   atcggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat
361   cttccgcaat  ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga
421   tcgtaaagct  ctgttgccag  ggaagaacgc  ttgggagagt  aactgctccc  aaggtgacgg
481   tacctgagaa  gaaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc
541   aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggttgatta  agtccggtgt
601   ttaaggctat  ggctcaacca  tagttcgcac  tggaaactgg  tcaacttgag  tgcagaagag
661   gaaagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc
721   gaaggcgact  ttctgggctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg
781   attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgaatgc  taggtgttag  gggtttcgat
841   acccttggtg  ccgaagttaa  cacattaagc  attccgcctg  gggagtacgg  tcgcaagact
901   gaaactcaaa  ggaattgacg  gggacccgca  caagcagtgg  agtatgtggt  ttaattcgaa
961   gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atgcctctga  ccgctctaga  gatagagctt
1021  ctcttcggag  caggggacac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt
1081  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaacccc  taatgttagt  tgccagcagg  taaagctggg
1141  cactctaacg  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca
1201  tgccccttat  gacctgggct  acacacgtac  tacaatggcc  agtacaacgg  gaagcgaaat
1261  cgcgagatgg  agcgaatcct  atcaaagctg  gtctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg
1321  cctgcatgaa  gtcggaattg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc
1381  cgggtcttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttta  caacacccga  agccggtggg
1441  gtaacccgca  agggagccag  ccgtcgaagg  tggggtagat  gat
```

575. *Paenibacillus guangzhouensis*（广州类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-63。*Paenibacillus guangzhouensis* Li et al. 2014，sp. nov.（广州类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**GSS02 = KCTC 33171 = CCTCC AB 2013236A30 = CBS 229.89。**★16S rRNA 基因序列号：**KJ000691。**★种名释意：***guangzhouensis* 意为模式菌株分离自我国广州，故其中文名称为广州类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *guangzhouensis*，of or pertaining to Guangzhou，a city in Guangdong Province，from where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $GSS02^T$ 分离自我国广州的森林土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变（12 h 为阴性，24 h 为阳性），以周生鞭毛运动，兼性厌氧，杆状[（0.4～0.7）μm ×（2.5～3.2）μm]。在 80℃时可形成芽胞。在 LA 培养基上 30℃培养 48 h 的菌落为圆形，边缘稍不规则，浅黄色，光滑，凸起，直径为 0.5～1.5 mm。**★生理特性：**生长的 NaCl 浓度为 0～3%（w/v）（最适 1%），生长 pH 为 6.5～10.0（最适 pH 7.0～8.0），生长温度为 16～40℃（最适 35℃）。在 MacConkey 琼脂培养基上不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性，硝酸盐被还原。V-P 反应为阴性。能水解明胶、酪蛋白、七叶苷和柠檬酸铁，但不能水解吐温 20 和吐温 80。β-半乳糖苷酶为阳性，精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶和色氨酸脱氨酶为阴性。产吲哚，不产 H_2S。由下列物质产酸：甘油、2-酮基葡萄糖酸钾、葡萄糖酸钾、D-岩藻糖、棉籽糖、纤维二糖、海藻糖、熊果苷、水杨苷、N-乙酰葡萄糖胺、L-阿拉伯糖、D-果糖、D-甘露糖、D-核糖、D-木糖、乳糖、蜜二糖、L-鼠李糖、蔗糖、D-山梨醇、D-甘露醇、淀粉、苦杏仁糖、松二糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁苷和麦芽糖。不能由下列物质产酸：5-酮基葡萄糖酸钾、糖原、松三糖、菊糖、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-β-D-吡喃木糖苷、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、D-核糖醇、L-山梨糖、半乳糖醇、肌醇、柠檬酸三钠、D-木糖、D-己酮糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇或木糖醇。能利用糖原、L-组氨酸、L-脯氨酸、L-岩藻糖、蜜二糖、D-山梨醇、L-阿拉伯糖、乳酸、乙酸钠和丙酸，但不能利用 D-核糖、癸酸、缬草酸、柠檬酸三钠、蔗糖、麦芽糖、D-葡萄糖、水杨苷、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、肌醇、亚甲基丁二酸、辛二酸、丙二酸钠、L-丙氨酸、5-酮基葡萄糖酸钾、L-丝氨酸、3-羟基苯甲酸（水杨酸）、2-酮基葡萄糖酸钾、3-羟基丁酸或 4-羟基苯甲酸。菌株能降低腐殖物质和氧化 Fe^{3+}。**★化学特性：**主要呼吸醌类为 MK-7。细胞壁含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。极性脂主要是磷脂酰乙醇胺、二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、两种未知的氨基磷脂质和一个未知的脂质。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.4 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株与 *P. terrigena* JCM 21741 的同源性为 98.1%。菌株 $GSS02^T$ 与 *P. terrigena* JCM 21741^T 的 DNA-DNA 杂交关联度为（58.8±0.5）%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    ggagttattc  cttcggggat  aacttagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  aggcaacctg
121   cctgtaagat  cgggataact  accggaaacg  gtagctaaga  ccggataatc  aacgaggtcg
181   catgactttg  ttgggaaaag  cggagtaatc  tgctgcttac  agatgggcct  gcggcgcatt
```

```
241   agctagttgg  tggggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg
301   aacggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat
361   cttccgcaat  ggacgcaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga
421   tcgtaaagct  ctgttgccag  ggaagaacgc  ttgggagagt  aactgctctc  aaggtgacgg
481   tacctgagaa  gaaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc
541   aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggctttgta  agtctggtgt
601   ttaaacctag  ggctcaaccc  tgggtcgcat  tggaaactgc  aaggcttgag  tgcagaagag
661   gagagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc
721   gaaggcgact  ctctgggctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg
781   attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgaatgc  taggtgttta  ggggtttcga
841   tacccttggt  gccgaagtta  acacattaag  cattccgcct  ggggagtacg  gtcgcaagac
901   tgaaactcaa  aggaattgac  ggggacccgc  acaagcagtg  gagtatgtgg  tttaattcga
961   agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catctgaatg  accggtacag  agatgtgcct
1021  ttccttcggg  acattcaaga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg
1081  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcac  ttcgggtggg
1141  cactctagga  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca
1201  tgccccttat  gacctgggct  acacacgtac  tacaatggtc  gatacaacgg  gaagcgaagc
1261  cgcgaggtgg  agccaatcct  atcaaagtcg  atctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg
1321  cctgcatgaa  gtcggaattg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc
1381  cgggtcttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttta  caacacccga  agccggtggg
1441  gtaaccgcaa  ggagccagcc  gtcgaaggtg  ggtagatga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa
1501  ggtaacc
```

576. *Paenibacillus harenae*（沙漠沙类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-64。*Paenibacillus harenae* Jeon et al.，2009，sp. nov.（沙漠沙类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**B519 = DSM 16969 = KCTC 3951。**★16S rRNA 基因序列号：**AY839867。**★种名释意：***harenae* 意为模式菌株分离自沙漠沙土，故其中文名称为沙漠沙类芽胞杆菌（L. gen. n. *harenae*，of sand，referring to the isolation of the type strain from desert sand）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 B519^{T} 分离自甘肃沙漠沙土。**★形态特征：**严格好氧，棒状的革兰阳性菌，可运动。**★生理特性：**生长温度为 10～40℃（最适为 32～35℃），pH 6～10（最适为 6.5～7.0）。**★生化特性：**以下反应为阳性：过氧化氢酶、氧化酶、酯酶（C4）、亮氨酸芳基酰胺酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。可水解七叶苷；不水解次黄嘌呤、酪蛋白、淀粉、吐温 80、L-酪氨酸、黄嘌呤和尿素。利用以下化合物产酸：D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖醇、海藻糖、α-D-乳糖、麦芽糖、鼠李糖、棉籽糖、肌醇、蔗糖、熊果苷、D-水杨苷、蜜二糖、D-木糖和 L-阿拉伯糖。不能利用以下化合物产酸：D-核糖、甘油、核糖醇和 D-甘露糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、

iso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 49.9 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 B519^T 与 *P. alkaliterrae* KSL-134^T 的同源性为 98%，DNA-DNA 杂交关联度为 12.3%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ttagagtttg  atccccgctc  aggacgaacg  ctggcggcgt  gcctaataca  tgcaagtcga
61     gcggagttat  tccttcggga  gtaacttagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtaggtaacc
121    tgcctgtaag  accgggataa  cattcggaaa  cgaatgctaa  taccggatac  gcaatcyggt
181    cgcatgaccg  gattgggaaa  gacggagcaa  tctgtcgctt  atrgatggac  ctgcggcgca
241    ttagctagtt  ggtgaggtaa  cggctcacca  aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg
301    tgatcggcca  cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga
361    atcttccgca  atggacgaaa  gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgagtgaag  aaggttttcg
421    gatcgtaaag  ctctgttgcc  agggaagaat  gcttgggaga  gtaactgctc  tcaaggtgac
481    ggtacctgag  aagaaagccc  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtagggg
541    gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggctaat  taagttcggt
601    gtttaatcct  ggggctcaac  cccgggtcgc  actggaaact  ggttggcttg  agtgcagaag
661    aggaaagtgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg  aacaccagtg
721    gcgaaggcga  ctttctgggc  tgtaactgac  gctgaggcgc  gaaagcgtgg  ggagcaaaca
781    ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgaat  gctaggtgtt  aggggtttcg
841    atacccttgg  tgccgaagtt  aacacattaa  gcattccgcc  tggggagtac  ggtcgcaaga
901    ctgaaactca  aaggaattga  cggggacccg  cacaagcagt  ggagtatgtg  gtttaattcg
961    aagcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg  acatccctct  gaccggtaca  gagatgtacc
1021   tttccttcgg  gacagaggag  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat
1081   gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttgatctta  gttgccagca  ctttaaggtg
1141   ggcactctag  gatgactgcc  ggtgacaaac  cggaggaagg  tggggatgac  gtcaaatcat
1201   catgcccctt  atgacctggg  ctacacacgt  actacaatgg  ccgatacaac  gggaagcgaa
1261   ggagcgatcc  ggagccaatc  ctatcaaagt  cggtctcagt  tcggattgca  ggctgcaact
1321   cgcctgcatg  aagtcggaat  tgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt
1381   cccgggtctt  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtt  tacaacaccc  gaagccggtg
1441   gggtaacccg  caagggagct  agccgtcgaa  ggtggggtag  atgattgggg  tgaagtcgta
1501   acaaggtaac  cagggtagag  ttt
```

577. *Paenibacillus hodogayensis*（保土谷类芽胞杆菌）

【**种类编号**】3-57-65。*Paenibacillus hodogayensis* Takeda et al.，2005，sp. nov.（保土谷类芽胞杆菌）。★**模式菌株**：SG = JCM 12520 = KCTC 3919。★**16S rRNA 基因序列号**：AB179866。★**种名释意**：*hodogayensis* 意为模式菌株分离自日本保土谷，故其中文名称为保土谷类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *hodogayensis*，pertaining to Hodogaya，the name of a district in Yokohama，Japan，the geographical origin of isolation of the type strain）。

【**种类描述**】★**菌株来源**：菌株 SG^T 分离自日本保土谷。★**形态特征**：革兰氏阴性或染色可变，好氧，杆状［（1.3～1.7）μm ×（2.3～2.8）μm］，可运动。在 TYN 培养基

上的菌落白色，凸起，不透明。**★生理特性**：最适生长温度为30℃，最适pH 8。能降解由浮游球衣菌（*Sphaerotilus natans*）产生的胞外多糖。**★生化特性**：V-P反应为阴性。过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不能还原硝酸盐。不产生吲哚。不利用柠檬酸盐。可利用以下物质产酸：甘油、甲基-β-木糖苷、葡萄糖、甘露醇、七叶苷、纤维二糖、麦芽糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖和松二糖。可利用以下化合物少量产酸：核糖、甲基-α-甘露糖苷、甲基-α-葡萄糖苷、N-乙酰氨基葡萄糖、苦杏仁苷、水杨苷、乳糖和5-酮基葡萄糖酸。不能利用以下化合物产酸：赤藓糖、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、L-木糖、核糖醇、半乳糖、果糖、甘露糖、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、山梨糖醇、熊果苷、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、龙胆二糖、来苏糖、己酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿拉伯糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐或2-酮葡萄糖酸。**★化学特性**：主要呼吸醌是MK-7。主要脂肪酸为anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性**：DNA的G+C含量为55mol%。基于16S rRNA基因序列的系统发育分析表明菌株SG^T与*P. koleovorans*的相源性为94.2%。16S rRNA基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggggccttcg  ggctttagcg
61    gcggacgggt  gagtaacacg  taggcaacct  gcctgtaaga  ctgggataac  tatcggaaac
121   gatagctaat  accggatacg  cggagagagc  gcctgttctt  ttcgggaaag  acggagcaat
181   ctgtcactta  cggatgggcc  tgcggcgcat  tagctagttg  gcggggtaat  gccccaccaa
241   ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt  gatcggccac  actgggactg  agacacggcc
301   cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  tcttccgcaa  tgggcgaaag  cctgacggag
361   caacgccgcg  tgagtgaaga  aggttttcgg  atcgtaaagc  tctgttgcca  gagaagaagg
421   atacggagag  taactgctct  gtgtttgacg  gtatctgaga  agaaagcccc  ggctaactac
481   gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg  caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa
541   gcgcgcgcag  gcggctgttt  aagtctggtg  tttaagcccg  gggctcaacc  ccggttcgca
601   ccggaaactg  gatggcttga  gtgcaggaga  gggaagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa
661   atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcgac  ttcctggcct  gtaactgacg
721   ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa
781   acgatgagtg  ctaggtgtta  ggggtttcga  tacccttggt  gccgaagtta  acacagtaag
841   cactccgcct  ggggagtacg  gtcgcaagac  tgaaactcaa  aggaattgac  ggggacccgc
901   acaagcagtg  gagtatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga
961   catcccagtg  aaacgtctag  agataggcgc  cctcttcgga  gcactggaga  caggtggtgc
1021  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc
1081  ttgatcttag  ttgccagcac  gtaaaggtgg  gcactctagg  atgactgccg  gtgacaaacc
1141  ggaggaaggc  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgta
1201  ctacaatggc  cggtacaacg  ggctgcgaag  ccgcgaggtg  gagccaatcc  cagaaagccg
1261  ttctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg  cctgcatgaa  gtcggaattg  ctagtaatcg
1321  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc  cgggtcttgt  acacaccgcc  cgtcacacca
1381  cgagagttta  caacacccga  agtcggtgag  gtaaccgcaa  ggagccagcc  gccgaaggtg
1441  gggtagatga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa  ggtagccgta  tcggaagg
```

578. *Paenibacillus hongkongensis*（香港类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-66。*Paenibacillus hongkongensis* Teng et al.，2003，sp. nov.（香港类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**HKU3。**★16S rRNA 基因序列号：**AF433165。**★种名释意：***hongkongensis* 意为模式菌株分离自香港，故其中文名称为香港类芽胞杆菌（*hongkongensis*，in honour of Hong Kong，means the place where the bacterium was discovered）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 HKU3^T 分离自香港男孩血液。**★形态特征：**革兰氏阴性，好氧，棒状或略弯，不可运动。在马血琼脂上没有溶血圈，菌落为灰色，37℃培养 24 h 后直径为 1 mm；在 5%的二氧化碳中，没有促进菌体增长。在 MacConkey 培养基上 50℃培养 72 h 后，菌落呈针尖状，**★生理特性：**最适生长温度为 20～55℃，在 65℃时不能生长。**★生化特性：**可利用的碳源为：N-乙酰基-D-半乳糖胺、N-乙酰基-D-葡萄糖胺、熊果苷、L-阿拉伯糖（弱）、D-纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、葡萄糖酸、D-葡萄糖、D-麦芽糖、D-甘露糖、α-D-蜜二糖、L-鼠李糖和 D-核糖。不能利用以下碳源：蔗糖、水杨苷、D-海藻糖、D-木糖、核糖醇、异肌醇、麦芽糖醇、D-甘露醇、D-山梨醇、腐胺、乙酸盐、丙酸盐、顺式乌头酸、反式乌头酸、已二酸盐、4-氨基丁酸、柠檬酸盐、富马酸盐、戊二酸盐、DL-3-羟基丁酸、亚甲基丁二酸、DL-乳酸盐、L-苹果酸、中康酸、戊二酸、丙酮酸、辛二酸盐、L-丙氨酸、D-丙氨酸、L-天冬氨酸、L-组氨酸、L-亮氨酸、L-鸟氨酸、L-苯丙氨酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸、L-色氨酸、3-羟基苯甲酸、4-羟基苯甲酸甲酯和苯乙酸。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂、磷脂酰乙醇胺、赖氨酰磷脂酰甘油、两种未知的磷脂和 4 种未知的氨基磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 55 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 HKU3^T 与 *P. macerans*、*P. borealis*、*P. ehimensis* 和 *P. amylolyticus* 的同源性分别为 92.3%、92%、91.8%和 91.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggagccgaag  aggtgcttgc
61    acctctgagg  cttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag  gcaacctgcc  ctcaagatcg
121   ggataacatt  cggaaacgaa  tgctaagacc  ggatagacac  ggcgctcgca  tgagcgcttt
181   gggaaacacg  gtgcaagctg  tggcttgagg  atgggcctgc  ggcgcattag  ctagttggtg
241   gggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgaa  cggccacact
301   gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccacaatgg
361   gcgaaagcct  gatggagcaa  cgccgcgtga  gtgaggaagg  ctttcgggtc  gtaaagctct
421   gttgccaggg  aagaataagg  gttagttaac  tgctaatccg  atgacggtac  ctgagaagaa
481   agccccggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  agggggcaag  cgttgtccgg
541   aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  ctctttaagt  ctggtgttta  agtgcggggc
601   tcaaccccgt  gacgcactgg  aaactggagg  gcttgagtgc  agaagaggag  agcggaattc
661   cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcggctctc
721   tggtctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg
781   gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctag  gtgttggggg  tatcatgccc  tcggtgccga
841   agtaaacaca  ttaagcactc  cgcctgggga  gtacggtcgc  aagactgaaa  ctcaaaggaa
901   ttgacgggga  cccgcacaag  cagtggagta  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac
961   cttaccaggt  cttgacatcc  ctctgaatct  gctagagata  gcagcggcct  tcgggacaga
```

```
1021    ggagacaggt    ggtgcatggt    tgtcgtcagc    tcgtgtcgtg    agatgttggg    ttaagtcccg
1081    caacgagcgc    aacccttgag    cctagttgcc    agcactttgg    gtgggcactc    tagactgact
1141    gccggtgaca    aaccggagga    aggcggggat    gacgtcaaat    catcatgccc    cttatgacct
1201    gggctacaca    cgtactacaa    tggccggtac    aaagggcagc    gaaggagcga    tctggagcca
1261    atcccagcaa    agccggtctc    agttcggatt    gcaggctgca    actcgcctgc    atgaagtcgg
1321    aattgctagt    aatcgcggat    cagcatgccg    cggtgaatac    gttcccgggt    cttgtacaca
1381    ccgcccgtca    caccacgaga    gtttacaaca    cccgaagtcg    gtggggtaac    ccgcaaggga
1441    gccagccgcc    gaaggtgggg    tagatgat
```

579. *Paenibacillus hordei*（大麦类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-67。*Paenibacillus hordei* Kim et al.，2013，sp. nov.（大麦类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**RH-N24 = JCM 17570 = KACC 15511。**★16S rRNA 基因序列号：**HQ833590。**★种名释意：***hordei* 为大麦之意，故其中文名称为大麦类芽胞杆菌（L. gen. *hordei*，of/from barley）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 RH-N24^T 由韩国中央大学从大麦研磨物中分离而来。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性好氧，杆状［（0.7～0.9）μm ×（1.9～3.0）μm］，依靠周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，端生，胞囊膨大。在 NA 平板上菌落为黄色，圆形，中央凸起，边缘光滑。**★生理特性：**生长条件为温度 4～40℃（最适 35～37℃），pH 5.0～9.0（最适 pH 6.0～7.0），0～4%（w/v）NaCl（最适 0%）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，而氧化酶为阴性。硝酸盐还原反应为阳性，而柠檬酸利用反应为阴性。不产吲哚和 H_2S，产 3-羟基丁酮。能水解酪蛋白，但不能水解淀粉、吐温 80 和明胶。能利用 L-阿拉伯糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、D-甘露糖、葡萄糖酸钾和 D-麦芽糖。能由 D-蔗糖和苦杏仁苷产酸，但不能由下列物质产酸：D-葡萄糖、葵酸、己二酸、苹果酸、苯乙酸、肌醇、D-山梨醇、L-鼠李糖和 D-蜜二糖。β-葡萄糖苷酶和β-半乳糖苷酶活性为阳性，而精氨酸双水解酶、脲酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶活性为阴性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖为 A1γ型，含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和两种未知的极性脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 53.5 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 RH-N24^T 属于 *Paenibacillus*，与亲缘关系最近的 *Paenibacillus hunanensis* FeL05^T 和 *Paenibacillus illinoisensis* NRRL NRS-1356^T 的同源性分别为 94.64% 和 94.54%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct    ggcggcgtgc    ctaatacgtg    caagtcgagc    ggggttgatg    agaagcttgc
61     ttctcagata    cttagcggcg    gacgggtgag    taacacgtag    gcaacctgcc    ctcaagcttg
121    ggacaactac    cggaaacggt    agctaatacc    gaatacatga    tttgttcgcc    tgaacgaatt
181    tggaaagacg    gagcaatctg    tcacttgagg    atgggcctgc    ggcgcattag    ctagttggtg
241    aggtaacggc    tcaccaaggc    gacgatgcgt    agccgacctg    agagggtgat    cggccacact
301    gggactgaga    cacggcccag    actcctacgg    gaggcagcag    tagggaatct    tccgcaatgg
361    acgcaagtcc    gacggagcaa    cgccgcgtga    gtgatgaagg    ttttcggatc    gtaaagctct
421    gttgccaggg    aagaacgtcc    aagttagtaa    ctgaacttgg    agtgacggta    cctgagaaga
481    aagccccggc    taactacgtg    ccagcagccg    cggtaatacg    tagggggcaa    gcgttgtccg
```

```
541   gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gctttttaag  tccggtgtca  cagcccaagg
601   ctcaaccttg  ggtcgcactg  gaaactggag  agcttgagta  cagaagagga  aagtggaatt
661   ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgacttt
721   ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtgtgagc  aaacaggatt  agataccctg
781   gtagtccacg  ccgtaaacga  tgaatgctag  gtgttagggg  tttcgatacc  cttggtgccg
841   aagttaacac  attaagcatt  ccgcctgggg  agtacggtcg  caagactgaa  actcaaagga
901   attgacgggg  acccgcacaa  gcagtggagt  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa
961   ccttaccaag  tcttgacatc  cctttgaccg  gtgtagagat  atgcctttcc  ttcgggacaa
1021  aggagacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081  gcaacgagcg  caacccttat  gcttagttgc  cagcacatca  tggtgggcac  tctaagcaga
1141  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcacgc  cccttatgac
1201  ttgggctaca  cacgtactac  aatggccggt  acagcgggaa  gcaataccgc  aaggtggagc
1261  caatccttaa  aagccggtct  cagttcggat  tgcaggctgc  aactcgcctg  catgaagtcg
1321  gaattgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg  tcttgtacac
1381  accgcccgtc  acaccacgag  agtttgcaac  acccgaagtc  ggtggggtaa  ccgcaaggag
1441  ccagccgccg  aaggtggggt  agatgattgg  ggtg
```

580. *Paenibacillus humi*（土壤类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-68。*Paenibacillus humi* Kim and Lee，2014，sp. nov.（土壤类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**J30-4 = KEMC 7302-014 = JCM 18166。**★16S rRNA 基因序列号：**JQ966213。**★种名释意：***humi* 为土壤之意，故其中文名称为土壤类芽胞杆菌（hu′mi. L. gen. n. *humi* of/from soil，the source of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 J30-4^T 分离于俄罗斯普罗科皮耶夫斯克的煤矿附近的泥炭土。**★形态特征：**革兰氏阳性，兼性厌氧，形成芽胞，不运动，杆状［（0.5～1.0）μm ×（2.5～3.0）μm］。芽胞卵圆形，端生，胞囊膨大。在 R2A 培养基上 30℃培养 2 d 的菌落白色，圆形，扁平，微小。**★生理特性：**生长温度为 15～42℃，超过 42℃则生长较弱，最适生长温度为 28℃（1/2 TSB）。生长 pH 为 5.0～10.0，最适 pH 5.0。生长 NaCl 浓度为 0～4%（w/v），最适 0～2%（w/v）。**★生化特性：**过氧化氢酶（弱）和氧化酶为阳性。API ZYM 分析结果表明，下列酶活性为阳性：酸性磷酸酶、α-胰凝乳蛋白酶、酯酶（C4）、β-半乳糖苷酶（ONPG）、β-葡萄糖苷酶（七叶苷水解）、亮氨酸芳基酰胺酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶。下列酶活性为阴性：N-乙酰-β-葡萄糖胺酶、碱性磷酸酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、α-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、酯酶（C14）、α-甘露糖苷酶、胰蛋白酶和缬氨酸芳基酰胺酶。酯酶（C8）和 α-葡萄糖苷酶（淀粉水解）活性弱。API ID 32GN 和 API 20E 分析结果表明，L-岩藻糖、葡萄糖、糖原、L-组氨酸、4-羟基苯甲酸、D，L-3-羟基-D-葡萄糖胺、D，L-乳酸和 L-脯氨酸的利用为弱阳性。API 50CHB 分析结果显示，由下列物质产酸：N-乙酰葡萄糖胺、D-纤维二糖、七叶苷、D-果糖、苦杏仁糖、葡萄糖酸、葡萄糖、甘油、糖原、D-乳糖、麦芽糖、甘露醇、D-甘露糖、α-甲基-D-葡萄糖苷、D-棉籽糖、水杨苷、淀粉、D-蔗糖、D-海藻糖、松二糖。由下列物质产酸活性弱：D-半乳糖、5-酮基葡萄糖酸、α-甲基-D-甘露糖苷和 β-甲基-D-木糖苷。**★化学特性：**主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰-N-甲基乙醇胺和 7 种未知

的极性脂。细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（64.1%）和 iso-$C_{16:0}$（12.5%）。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 55.5 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 J30-4^T 与 *P. terrigena* A35^T 和 *P. harenae* B519^T 的同源性分别为 98.1%和 95.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gctcaggacg  aacgctggcg  gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgagcggag  ttattccttc
61      ggggatgact  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtaggc  aacctgcctg  taagatcggg
121     ataactaccg  gaaacggtag  ctaagaccgg  ataatcaatt  tgatcgcatg  attagattgg
181     gaaaagcgga  gcaatctgct  gcttacagat  gggcctgcgg  cgcattagct  agttggtggg
241     gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgaacg  gccacactgg
301     gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac
361     gcaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagt  gatgaaggtt  ttcggatcgt  aaagctctgt
421     tgccagggaa  gaacgcttgg  gagagtaact  gctctcaagg  tgacggtacc  tgagaagaaa
481     gccccggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  gggggcaagc  gttgtccgga
541     attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggc  tttgtaagtc  tggtgtttaa  acctagggct
601     caaccctggg  tcgcattgga  aactgcaagg  cttgagtgca  gaagaggaga  gtggaattcc
661     acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag  gcgactctct
721     gggctgtaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc  gtggggagca  aacaggatta  gataccctgg
781     tagtccacgc  cgtaaacgat  gaatgctagg  tgttaggggt  ttcgataccc  ttggtgccga
841     agttaacaca  ttaagcattc  cgcctgggga  gtacggtcgc  aagactgaaa  ctcaaaggaa
901     ttgacgggga  cccgcacaag  cagtggagta  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac
961     cttaccaggt  cttgacatct  gaatgaccgg  cgcagagatg  tgyctttcct  tcgggacatt
1021    caagacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg  ttaagtcccg
1081    caacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc  agcacttcgg  gtgggcactc  taggatgact
1141    gccggtgaca  aaccggagga  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc
1201    tgggctacac  acgtactaca  atggtcgata  caacgggaag  cgaagccgcg  aggtggagcc
1261    aatcctatca  aagtcgatct  cagttcggat  tgcaggctgc  aactcgcctg  catgaagtcg
1321    gaattgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg  tcttgtacac
1381    accgcccgtc  acaccacgag  agtttacaac  acccgaagcc  ggtggggtaa  ccgcaag
```

581. *Paenibacillus humicus*（腐殖质类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-69。*Paenibacillus humicus* Vaz-Moreira et al.，2007，sp. nov.（腐殖质类芽胞杆菌）。★**模式菌株：**PC-147 = DSM 18784 = LMG 23886 = NBRC 102415。★**16S rRNA 基因序列号：**AM411528。★**种名释意：***humicus* 为腐殖质之意，故中文名称为腐殖质类芽胞杆菌（L. n. *humus*，earth，soil and，in earth sciences or agriculture，humus；L. suff. *-icus -a -um*，suffix used with the sense of belonging to；N.L. masc. adj. *humicus*，pertaining to humus）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 PC-147^T 由葡萄牙 Católica 大学从鸡废弃物堆肥中分离而来。★**形态特征：**革兰氏染色阴性，菌体杆状（0.5 μm × 2 μm），以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，端生，胞囊膨大。在 PCA 或 LB 等营养培养基上，菌落白色半透明，非常光滑、平整。可观察到群体运动现象（swarming）。★**生理特性：**在 3% NaCl，15～40℃，pH 5.5～10 条件下可生长。厌氧条件，或 45℃高温条件下，或在 5% NaCl 条件下不生长。

在 0.001%溶菌酶条件下可生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐还原反应为阴性。β-半乳糖苷酶和 V-P 反应为阳性。淀粉、明胶、吐温 80 和七叶苷可被水解。能利用下列碳源：淀粉、苦杏仁苷、熊果苷、D-纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、龙胆二糖、葡萄糖、糖原、D-乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-蜜二糖、D-松三糖、甲基-α-D-吡喃木糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、葡萄糖酸钾、D-棉籽糖、水杨苷、蔗糖、海藻糖、D-松二糖和 D-木糖。能利用以下物质产酸：苦杏仁糖、D-纤维二糖、麦芽糖、蔗糖和海藻糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖是 A1γ型。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（40%）、iso-$C_{15:0}$（17%～21%）和 iso-$C_{16:0}$（11%～13%）。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 中 G+C 含量为 58 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 PC-147^{T}属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus pasadenensis* SAFN-007^T（97.5%）的亲缘关系最近。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gagtttgatc ctggctcagg acgaacgctg gcggcgtgcc taatacatgc aagtcgagcg
61    gatcttgtcc ttcgggacaa ggttagcggc ggacgggtga gtaacacgta ggcaacctgc
121   cctcaagact gggataacct ccggaaacgg atgctaatac cggatatgcg gtctctcctc
181   ctggagggat cgggaaagac ggagcaatct gtcacttggg gatgggcctg cggcgcatta
241   gctagttggt gaggtaacgg ctcaccaagg cgacgatgcg tagccgacct gagagggtga
301   tcggccacac tgggactgag acacggccca gactcctacg ggaggcagca gtagggaatc
361   ttccgcaatg gacgcaagtc tgacggagca acgccgcgtg agtgaggaag gccttcgggt
421   cgtaaagctc tgttgccagg gaagaacggg tggaagagta actgcttccg ccatgacggt
481   acctgagaag aaagccccgg ctaactacgt gccagcagcc gcggtaatac gtagggggca
541   agcgttgtcc ggaattattg ggcgtaaagc gcgcgcaggc ggctttgtaa gtccggtgtt
601   taatcttggg gctcaacccc aagtcgcacg ggaaactgca aggcttgagt gcagaagagg
661   aaagtggaat tccacgtgta gcggtgaaat gcgtagagat gtggaggaac accagtggcg
721   aaggcgactt tctgggctgt aactgacgct gaggcgcgaa agcgtgggga gcaaacagga
781   ttagataccc tggtagtcca cgccgtaaac gatgaatgct aggtgttagg ggtttcgata
841   cccttggtgc cgaagttaac acaataagca ttccgcctgg ggagtacgct cgcaagagtg
901   aaactcaaag gaattgacgg ggacccgcac aagcagtgga gtatgtggtt taattcgaag
961   caacgcgaag aaccttacca ggtcttgaca tccccctgaa tcacctagag ataggtgcgg
1021  ccttcgggac aggggagaca ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc gtgagatgtt
1081  gggttaagtc ccgcaacgag cgcaaccctt gaattcagtt gccagcacct cgggtgggca
1141  ctctgaattg actgccggtg acaaaccgga ggaaggcggg gatgacgtca aatcatcatg
1201  ccccttatga cctgggctac acacgtacta caatggccgg tacaacgggc cgcgaagccg
1261  cgaggcggag ccaatcctta aaagccggtc tcagttcgga ttgcaggctg caactcgcct
1321  gcatgaagtc ggaattgcta gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat acgttcccgg
1381  gtcttgtaca caccgcccgt cacaccacga gagtttacaa cacccgaagt cggtggggta
1441  acccgcaagg cagccagccg ccgaaggtgg ggtagatgat tggggtgaag tcgtaaaaag
1501  gta
```

582. *Paenibacillus hunanensis*（湖南类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-70。*Paenibacillus hunanensis* Liu et al.，2010，sp. nov.（湖南类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**FeL05 = ACCC 10718 = CGMCC 1.8907 = DSM 22170。**★16S rRNA 基因序列号：**EU741036。**★种名释意：***hunanensis* 意为模式菌株分离自我国湖南，故其

中文名称为湖南类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *hunanensis*，of or belonging to Hunan，a province of China，from where the first strains were isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 FeL05[T] 从我国国家杂交水稻研发中心（位于湖南）提供的水稻种子中分离而来。**★形态特征：**革兰氏阳性，好氧或兼性厌氧，可运动，形成芽胞，杆状［（2.1～3.0）μm×（0.7～1.0）μm］，靠周生鞭毛运动。光学或电子显微镜下可观察到荚膜（capsules）。芽胞椭圆形，次端生。在 LB 培养基上生长 24～48 h，菌落圆形，直径为 3～7 mm，隆起，边缘整齐，黄白色至白色。**★生理特性：**最适生长温度为 30℃，最大生长温度为 44℃。最适生长 pH 为 5.0～10.0。在盐含量为 0～5% NaCl 的培养基上可以生长。**★生化特性：**过氧化氢酶反应、硝酸盐还原反应、七叶苷、吐温 80、淀粉和酪蛋白的水解为阳性。明胶不水解。产吲哚，V-P 反应为阳性。氧化酶为阴性。生长过程中，培养基变碱性。糊精、糖原、N-乙酰-D-葡萄糖胺、苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、熊果苷、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、龙胆二糖、D-葡萄糖酸、α-D-葡萄糖、α-乳糖、乳果糖、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露醇、D-甘露糖、胸苷、蜜二糖、甲基-β-D-半乳糖苷、3-甲基-D-葡萄糖、甲基-β-D-葡萄糖苷、甲基帕拉金糖、D-阿洛酮糖、棉籽糖、D-核糖、水杨苷、D-山梨醇、水苏糖、蔗糖、海藻糖、D-木糖、甘油、腺苷、肌苷和尿苷作为能量和生长的唯一碳源。在 API 50 CH 鉴定系统中采用 API CHB 悬浮培养基时，该菌可以利用以下物质产酸：L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、D-甘露糖醇、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖、淀粉、糖原和龙胆二糖。该菌在甘油、肌醇、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、菊糖、松二糖和葡萄糖上出现微弱的产酸行为。该菌不能利用以下物质产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、D-核糖醇、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、D-山梨糖醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、松三糖、木糖醇、D-木糖、D-己酮糖、D-海藻糖或 L-海藻糖、D-阿拉伯糖醇或 L-阿拉伯糖醇、2-酮葡萄糖酸盐或 5-酮葡萄糖酸盐。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{16:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.3 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 FeL05[T] 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus* 种类的同源性≤95.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    ggagttaata  agaagcttgc  ttctttgaga  cttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag
121   gcaacctgcc  ctttagcctg  ggataactac  cggaaacggt  agctaatacc  ggatactttc
181   tttttctgca  tgggagaaga  acgaaagacg  gagcaatctg  tcactgaagg  atgggcctgc
241   ggcgcattag  ctagttggtg  gggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg
301   agagggtgat  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag
361   tagggaatct  tccgcaatgg  gcgaaagcct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg
421   ttttcggatc  gtaaagctct  gttgccaggg  aagaacgtct  tggagagtaa  ctgctctgag
481   agtgacggta  cctgagaaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
541   tagggggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gccgtttaag
601   tccggtgttt  aatcccgaag  ctcaacttcg  ggtcgcactg  gaaactggag  ggcttgagtg
661   cagaagagga  gagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca
```

721 ccagtggcga aggcgactct ctgggctgta actgacgctg aggcgcgaaa gcgtggggag
781 caaacaggat tagataccct ggtagtccac gccgtaaacg atgaatgcta ggtgttaggg
841 gtttcgatac ccttggtgcc gaagttaaca cattaagcat tccgcctggg gagtacggtc
901 gcaagactga aactcaaagg aattgacggg gacccgcaca agcagtggag tatgtggttt
961 aattcgaagc aacgcgaaga accttaccag gtcttgacat ctgaatgacc ggtgcagaga
1021 tgtacctttt cttcggaaca ttcaagacag gtggtgcatg gttgtcgtca gctcgtgtcg
1081 tgagatgttg ggttaagtcc cgcaacgagc gcaaccctta tgcttagttg ccagcacatc
1141 atggtgggca ctctaagcag actgccggtg acaaaccgga ggaaggtggg gatgacgtca
1201 aatcatcatg ccccttatga cctgggctac acacgtacta caatggtcgg tacaacggga
1261 agcaaagccg cgaggtggag ccaatcctta aaagccgatc tcagttcgga ttgcaggctg
1321 caactcgcct gcatgaagtc ggaattgcta gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat
1381 acgttcccgg gtcttgtaca caccgcccgt cacaccacga gagtttgcaa cacccgaagt
1441 cggtggggta accgcaagga gccagccgcc gaaggtgggg tagatgattg ggtgaagtc
1501 gtaacaaggt aacc

583. *Paenibacillus illinoisensis*（伊利诺伊类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-71。*Paenibacillus illinoisensis* Shida et al.，1997，sp. nov.（伊利诺伊类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**HSCC 309 = CIP 105253 = DSM 11733 = IFO（now NBRC）15959 = JCM 9907 = LMG 18051 = NRRL NRS-1356。**★16S rRNA 基因序列号：**AB073192。**★种名释意：***illinoisensis* 意为美国伊利诺伊州（美国农业部国家农业综合利用研究中心所在地），故其中文名称为伊利诺伊类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *illinoisensis*，referring to Illinois，the state where Microbial Properties Research，National Center for Agricultural Utilization Research，U.S. Department of Agriculture is located）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 HSCC 309^{T} 由 F. E.Clark 分离自土壤。**★形态特征：**细胞杆状 [（0.5～0.8）μm ×（3.0～5.0）μm]，革兰氏阳性，兼性厌氧，以周生鞭毛运动。芽胞椭球形，胞囊膨大。菌落呈扁平、圆形、光滑、全缘、黄灰色；NA 培养基上无色素。**★生理特性：**V-P 培养基上的 pH 为 5.0～5.2。生长的温度、pH 分别是 10～50℃和 4.5～9.0；最适生长温度和 pH 分别为 37℃和 7.0；菌株在 NaCl 浓度为 2%时能生长；在 NaCl 浓度为 5%和 0.02%叠氮化钠中生长受到抑制；有些菌株在 0.001%溶菌酶中能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性；氧化酶为阴性；不产乙酰甲基甲醇；不能降解酪氨酸；苯丙氨酸不脱氨；能利用乙酸、硝酸盐和胺；不能利用柠檬酸盐、丙酸盐、富马酸盐、L-苹果酸盐、乳酸盐、琥珀酸盐、L-谷氨酸、L-天冬氨酸、藻酸盐、葡萄糖酸盐、α-酮戊二酸、丙二酸盐和酒石酸盐。利用下列化合物产酸不产气：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-果糖、D-半乳糖、麦芽糖、蔗糖、D-木糖、海藻糖、甘油、D-甘露糖醇、D-纤维二糖、D-核糖、水杨苷、D-甘露糖、蜜二糖、棉籽糖、肌醇、菊糖和淀粉。利用下列化合物不产酸也不产气：乳糖、D-山梨糖醇、L-山梨糖、L-鼠李糖和核糖醇。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 47.6%～48.3 mol%；模式菌株的 DNA 的 G+C 含量为 48.1 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1 cgaacgctgg cggcatgcct aatacatgca agtcgagcgg acttgatgag aagcttgctt
61 ctctgatggt tagcggcgga cgggtgagta acacgtaggc aacctgccct caagcttggg

121　acaactaccg　gaaacggtag　ctaataccga　atacttgctt　ncttcgcctg　aaggaagctg
181　gaaagacgga　gcaatctgtc　acttgaggat　gggcctgcgg　cgcattagct　agttggtgag
241　gtaacggctc　accaaggcga　cgatgcgtag　ccgacctgag　agggtgatcg　gccacactgg
301　gactgagaca　cggcccagac　tcctacggga　ggcagcagta　gggaatcttc　cgcaatgggc
361　gaaagcctga　cggagcaatg　ccgcgtgagt　gatgaaggtt　ttcggatcgt　aaagctctgt
421　tgccagggaa　gaacgtcctt　gagagtaact　gctcaaggag　tgacggtacc　tgagaagaaa
481　gccccggcta　actacgtgcc　agcagccgcg　gtaatacgta　gggggcaagc　gttgtccgga
541　attattgggc　gtaaagcgcg　cgcaggcggt　catttaagtc　tggtgtttaa　tcccggggct
601　caaccccgga　tcgcactgga　aactgggtga　cttgagtgca　gaagaggaga　gtggaattcc
661　acgtgtagcg　gtgaaatgcg　tagagatgtg　gaggaacacc　agtggcgaag　gcgactctct
721　gggctgtaac　tgacgctgag　gcgcgaaagc　gtggggagca　aacaggatta　gataccctgg
781　tagtccacgc　cgtaaacgat　gaatgctagg　tgttaggggt　ttcgataccc　ttggtgccga
841　agttaacaca　ttaagcattc　cgcctgggga　gtacggtcgc　aagactgaaa　ctcaaaggaa
901　ttgacgggga　cccgcacaag　cagtggagta　tgtggtttaa　ttcgaagcaa　cgcgaagaac
961　cttaccaggt　cttgacatcc　ctctgaccgt　nctagagata　gggctttcct　tcgggacaga
1021　ggagacaggt　ggtgcatggt　tgtcgtcagc　tcgtgtcgtg　agatgttggg　ttaagtcccg
1081　caacgagcgc　aacccttgat　cttagttgcc　agcacttcgg　gtgggcactc　taaggtgact
1141　gccggtgaca　aaccggagga　aggtggggat　gacgtcaaat　catcatgccc　cttatgacct
1201　gggctacaca　cgtactacaa　tggccggtac　aacgggctgt　gaagccgcga　ggtggaacga
1261　atcctaaaaa　gccggtctca　gttcggattg　caggctgcaa　ctcgcctgca　tgaagtcgga
1321　attgctagta　atcgcggatc　agcatgccgc　ggtgaatacg　ttcccgggtc　ttgtacacac
1381　cgcccgtcac　accacgagag　tttataacac　ccgaagtcgg　tggggtaacc　gcaaggagcc
1441　agccgccgaa　ggtgggatag　atgattgggg　tgaagtcgta　acaaggtagc　cgtatcggaa
1501　gg

584. *Paenibacillus jamilae*（加米那类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-72。*Paenibacillus jamilae* Aguilera et al.，2001，sp. nov.（加米那类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**B.3 = CECT 5266 = DSM 13815。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ271157。**★种名释意：***jamilae* 来源于阿拉伯语的 jamila，翻译为加米那，为生产橄榄油的废水之意，故中文名称为加米那类芽胞杆菌［N.L. gen. n. *jamilae*，of jamila（a specific term of Arabic origin，commonly used in Andalusia for residual water of olive oil production）］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 B.3^{T} 从经过橄榄油加工厂废水处理的玉米堆肥中分离而来。**★形态特征：**菌体杆状［（0.5～1.2）μm ×（4.5～6.5）μm］，兼性厌氧，革兰氏染色可变，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形。菌落黏液状、不透明、中央凸起。**★生理特性：**生长温度为 30～40℃，pH 5～12。最适生长条件为 30℃和 pH 7.0。添加 2% NaCl 和 0.001% 溶菌酶的情况下仍可以生长。但当 NaCl 含量为 5%时，菌的生长受到抑制。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阳性，而氧化酶反应为阴性。可水解明胶、酪蛋白和淀粉。可利用以下物质产酸但不产气：甘油、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、D-甘露醇、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、海藻糖、蔗糖、岩藻糖、棉籽糖、糖原和 D-松二糖。赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、

L-木糖、核糖醇、甲基-β-木糖苷、L-山梨糖、鼠李糖、卫矛醇、肌醇、山梨醇、N -乙酰葡萄糖胺、松三糖、木糖醇、D-木糖、D-塔塔糖、D-海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐、2-酮基-葡萄糖酸盐和 5-酮基-葡萄糖酸盐不能被作为唯一碳源加以利用。无法利用柠檬酸和丙酸。3-羟基丁酮反应呈阳性（V-P 反应）。硝酸盐可被还原成亚硝酸盐。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌是 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 40.6 mol%～40.8 mol%。与 *Bacillus*、*Paenibacillus*、*Brevibacillus*、*Aneurinibacillus*、*Alicyclobacillus*、*Halobacillus*、*Virgibacillus*、*Amphibacillus*、*Coprobacillus* 和 *Gracilibacillus* 的 16S rRNA 基因序列比较分析结果表明，菌株 $B.3^T$ 属于 *Paenibacillus*，且与 *Paenibacillus polymyxa* 的亲缘关系最近，但 DNA-DNA 杂交关联度均<16%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      atttgatcat  ggctcaggac  gaacgctggc  ggcgtgccta  atacatgcaa  gtcgagcggg
61     gttagttaga  agcttgcttc  taantaacct  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtaggca
121    acctgcccac  aagacaggga  taactaccgg  aaacggtagc  taatacccga  tacatccttt
181    tcctgcatgg  gagaaggagg  aaaggcggag  caatctgtca  cttgtggatg  ggcctgcggc
241    gcattagcta  gttggtgggg  taaaggccta  ccaaggcgac  gatgcgtagc  cgacctgaga
301    gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag
361    ggaatcttcc  gcaatgggcg  aaagcctgac  ggagcaacgc  cgcgtgatga  tgaaggtttt
421    cggatcgtaa  agctctgttg  ccagggaaga  acgtnttgta  gagtaactgc  tacaagagtg
481    acggtacctg  agaagaaagc  cccggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg
541    gggcaagcgt  tgtccggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggctc  tttaagtctg
601    gtgtttaatc  ccgaggctca  acttcgggtc  gcactggaaa  ctggggagct  tgagtgcaga
661    agaggagagt  ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaacaccag
721    tggcgaaggc  gactctctgg  gctgtaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcaaa
781    caggattaga  taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  atgctaggtg  ttaggggttt
841    cgataccctt  ggtgccgaag  ttaacacatt  aagcattccg  cctggggagt  acggtcgcaa
901    gactgaaact  caaaggaatt  gacggggacc  cgcacaagca  gtggagtatg  tggtttaatt
961    cgaagcaacg  cgaagaacct  taccaggtct  gacatccctn  tgaccggtct  agagatagac
1021   ctttccttcg  ggacagagga  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga
1081   tgttgggtta  agtcccgcaa  cgagcgcaac  ccttatgctt  agttgccagc  aggtcaagct
1141   gggcactcta  agcagactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggatga  cgtcaaatca
1201   tcatgcccct  tatgacctgg  gctacacacg  tactacaatg  gccggtacaa  cgggaagcga
1261   agnngcgagg  tggagccaat  cctagaaaag  ccggtctcag  ttcggattgt  aggctgcaac
1321   tcgcctacat  gaagtcggaa  ttgctagtaa  tcgcggatca  gcatgccgcg  gtgaatacgt
1381   tcccgggtct  tgtacacacc  gcccgtcaca  ccacgagagt  ttacaacacc  cgaagtcggt
1441   gaggtaaccg  caaggngcca  gccgccgaag  gtggggtaga  tgattggggt  gaagtcgtaa
1501   caaggtagcc  gtatcggaag  gtgcggctgg  atcaacct
```

585. *Paenibacillus jilunlii*（李季伦类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-73。*Paenibacillus jilunlii* Jin et al.，2011，sp. nov.（李季伦类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Be17 = CGMCC 1.10239 = DSM 23019。**★16S rRNA 基因序列号：**GQ985393。**★种名释意：***jilunlii* 意为 Professor Jilun Li，旨在纪念我国微生物学家李季

伦，故其中文名称为李季伦类芽胞杆菌（N.L. masc. gen. n. *jilunlii*，of Jilun Li，named after Professor Jilun Li，one of the academicians of the Chinese Academy of Sciences and a pioneer of microbiology in PR China）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Be17[T] 从我国北京植物园中的秋海棠根际土壤分离而来。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，运动型，直杆状，大小为［（1.0～1.5）μm ×（2.5～3.5）μm］。芽胞椭圆形，次端生，胞囊膨大。在 LD 培养基平板上于 30℃条件下生长 72 h 后，菌落呈圆形，凸起，黄色，光滑，边缘整齐，直径一般为 1.5～2.5 mm。**★生理特性：**生长温度是 15～50℃，最适温度为 30℃。生长的 pH 为 4～9，最适 pH 为 6.0。在 3% NaCl（w/v）可生长，但 5% NaCl（w/v）下无法生长。溶菌酶 0.001%（w/v）时无法抑制该菌生长。模式菌株对氨苄西林（100 μg）、庆大霉素（40 μg）和氯霉素（30 μg）敏感，但抗卡那霉素（50 μg）、大观霉素（100 μg）、链霉素（40 μg）和四环素（12.5 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阴性。V-P 反应为阴性。硝酸盐可被还原为亚硝酸盐。能固氮。可利用下列物质进行生长并产酸：纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、棉籽糖、海藻糖、D-木糖、肌醇、菊糖、甘油、乳糖、L-阿拉伯糖、麦芽糖、甘露醇、N-乙酰-D-葡萄糖胺、柠檬酸钠和蔗糖。无法利用以下物质产酸：肌酸、D-山梨醇、DL-苹果酸、L-山梨糖、L-天冬氨酸、DL-苹果酸钠或琥珀酸钠。不能水解明胶。可水解淀粉，但不能水解酪蛋白。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁含 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{14:0}$。**★分子特性：**模式菌株 DNA 的 G+C 含量为 52.9 mol%（T_m）。系统发育分析结果表明，与菌株 Be17[T] 的 16S rRNA 基因序列同源性较高的分别是 *P. graminis* RSA19[T]（97.9%）、*P. sonchi* LMG 24727[T]（97.8%）、*P. riograndensis* CECT 7330[T]（96.2%）和 *P. borealis* DSM 13188[T]（96.1%）。而且菌株 Be17[T] 与 *Paenibacillus* 其他种类的同源性均低于 96.0%。然而，菌株 Be17[T] 与 *P. graminis* RSA19[T]、*P. sonchi* LMG 24727[T] 和 *P. riograndensis* CECT 7330[T] 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 47.9%、38.7%和 37.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1    ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggagtcttgt  tggaagcttg  cttccaacct
61   ggcttagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  aggcaaccta  ccctctagac  tgggataact
121  accggaaacg  gtagctaata  ccggataatt  ccttggccct  cctgggcttg  ggatgaaagg
181  cggagcaatc  tgctgctaga  ggatgggcct  gcggcgcatt  agctagttgg  tggggtaacg
241  gcccaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  aacggccaca  ctgggactga
301  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat  gggcgaaagc
361  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaagct  ctgttgccag
421  ggaagaacgt  ccggtagagt  aactgctgcc  ggagtgacgg  tacctgagaa  gaaagccccg
481  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc  aagcgttgtc  cggaattatt
541  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggcgactta  agtctggtgt  ttaaaccttg  ggctcaacct
601  ggggtcgcac  tggaaactgg  gtggcttgag  tacagaagag  gaaagtggaa  ttccacgtgt
661  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact  ttctgggctg
721  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc  ctggtagtcc
781  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttag  gggtttcgat  acccttggtg  ccgaagttaa
841  cacagtaagc  actccgcctg  gggagtacgg  tcgcaagact  gaaactcaaa  ggaattgacg
901  gggacccgca  caagcagtgg  agtatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc
```

```
961   aggtcttgac  atccaactaa  cgaagcagag  atgcattagg  tgcccttcgg  ggaaagttga
1021  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga  tgttgggtta  agtcccgcaa
1081  cgagcgcaac  ccttgacttt  agttgccagc  aggttgagct  gggcactcta  gagtgactgc
1141  cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggatga  cgtcaaatca  tcatgcccct  tatgacctgg
1201  gctacacacg  tactacaatg  gccggtacaa  cgggaagcga  agccgcgagg  tggagccaat
1261  cccagcaaag  ccggtctcag  ttcggattgc  aggctgcaac  tcgcctgcat  gaagtcggaa
1321  ttgctagtaa  tcgcggatca  gcatgccgcg  gtgaatacgt  tcccgggtct  tgtacacacc
1381  gcccgtcaca  ccacgagagt  ttacaacacc  cgaagtcggt  ggggtaaccc  gcaagggggc
1441  cagccgccga  aggtggggta  gatgatt
```

586. *Paenibacillus kobensis*（神户类芽胞杆菌）

【**种类编号**】3-57-74。*Paenibacillus kobensis*（Kanzawa et al.，1995）Shida et al.，1997，comb. nov.（神户类芽胞杆菌）= *Bacillus kobensis* Kanzawa et al.，1995。**★模式菌株：** YK205 = HSCC 488 = ATCC 51900 = CIP 104576 = DSM 10249 = IFO（now NBRC）15729 = JCM 12164 = LMG 18049 = NRRL B-23246。**★16S rRNA 基因序列号：** AB073363。**★种名释意：** *kobensis* 意为模式菌株分离自日本神户，故其中文名称为神户类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *kobensis*，pertaining to Kobe City，Hyogo Prefecture，Japan，the source of the soil from which the organisms were isolated）。

【**种类描述**】**★菌株来源：** 菌株 IFO 15729^T 从日本神户土壤样品中分离而来。**形态特征：** 细胞革兰氏阳性，杆状 [（0.5～1.0）μm ×（2.0～6.0）μm]，靠周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在平板培养基上生长时，菌落扁平、光滑、不透明。在含有葡萄糖或凝胶多糖和无机盐配成的合成培养基上，菌落可游动。**★生理特性：** 培养基存在 0.001%溶菌酶时仍能生长，但 5% NaCl 抑制生长。50℃条件下无法生长。**★生化特性：** 无葡萄糖或其他碳源的情况下，菌落生长很差。好氧。过氧化氢酶阳性，氧化酶阴性。V-P 反应阴性，V-P 液体培养基中的 pH 为 5.3～5.4。不产 H_2S 和吲哚。硝酸盐被还原成亚硝酸盐。不水解酪蛋白，但水解尿素。可水解凝胶多糖，包括可德兰多糖、淀粉、石脐素和支链淀粉。但不水解羧甲基纤维素。对环-1，2-β-葡聚糖有时水解有时不能水解。可利用 L-阿拉伯糖、木糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖、菊糖、水杨苷和海藻糖产酸但不产气。在以下物质中不产酸：半乳糖、甘露糖、鼠李糖、核糖、甘油、蜜二糖、棉籽糖、山梨糖醇和甘露醇。**★化学特性：** 主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：** DNA 的 G+C 含量为 52 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，6 个 *Bacillus* 种类与 *P. lautus* 的同源性均高于 97.1%，因此将它们重分类为 *Paenibacillus* 的成员。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcgg  atctgaagga  gtgcttgcac
61    tcctgatggt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtaggt  aacctgccta  caagacnggg
121   ataacattcg  gaaacgaatg  ctaataccgg  atacgcgatt  tcctcgcatg  gggagatcgg
181   gaaagacgga  gcaatctgtc  acttgtagat  ggacctgcgg  cgcattagct  agttggtggg
241   gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg
301   gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac
361   gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagt  gatgaaggct  ttcgggtcgt  aaagctctgt
```

421　tgccagggaa　gaacgcttgg　gagagtaact　gctctcaagg　tgacggtacc　tgagaagaaa
481　gccccggcta　actacgtgcc　agcagccgcg　gtaatacgta　gggggcaagc　gttgtccgga
541　attattgggc　gtaaagcgcg　cgcaggcggc　tttgtaagtc　tgtcgtttaa　gttcggggct
601　caaccccgta　tcgcgatgga　aactgcaagg　cttgagtaca　gaagaggaaa　gtggaattcc
661　acgtgtagcg　gtgaaatgcg　tagagatgtg　gaggaacacc　agtggcgaag　gcgactttct
721　gggctgtaac　tgacgctgag　gcgcgaaagc　gtggggagca　aacaggatta　gataccctgg
781　tagtccacgc　cgtaaacgat　gaatgctagg　tgttaggggt　ttcaataccc　ttggtgccga
841　agttaacaca　ttaagcattc　cgcctgggga　gtacgctcgc　aagagtgaaa　ctcaaaggaa
901　ttgacgggga　cccgcacaag　cagtggagta　tgtggtttaa　ttcgaagcaa　cgcgaagaac
961　cttaccaggt　cttgacatcc　ctntgaccgt　cctagagata　gggcttccct　tcggggcaga
1021　ggagacaggt　ggtgcatggt　tgtcgtcagc　tcgtgtcgtg　agatgttggg　ttaagtcccg
1081　caacgagcgc　aacccttgat　tttagttgcc　agcacttaaa　ggtgggcact　ctagaatgac
1141　tgccggtgac　aaaccggagg　aaggcgggga　tgacgtcaaa　tcatcatgcc　ccttatgacc
1201　tgggctacac　acgtactaca　atggccggta　caacgggctg　cgaaggagcg　atccggagcg
1261　aatccttaaa　agccggtctc　agttcggatt　gcaggctgca　actcgcctgc　atgaagtcgg
1321　aattgctagt　aatcgcggat　cagcatgccg　cggtgaatac　gttcccgggt　cttgtacaca
1381　ccgcccgtca　caccacgaga　gtttacaaca　cccgaagccg　gtggggtaac　cgcaaggagc
1441　cagccgtcga　aggtggggta　gatgattggg　gtgaagtcgt　aacaaggtag　ccgtatcgga
1501　agg

587. *Paenibacillus koleovorans*（食叶鞘类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-75。*Paenibacillus koleovorans* Takeda et al.，2002，sp. nov.（食叶鞘类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**TB = IAM 14926 = JCM 11186 = KCTC 13912 = NBRC 103111。**★16S rRNA 基因序列号：**AB041720。**★种名释意：***koleovorans* 中 *koleon* 为叶鞘之意，*vorans* 为吃之意，故中文名称为食叶鞘类芽胞杆菌（Gr. n. *koleon*，sheath；L. part. adj. *vorans*，devouring；N.L. part. adj. *koleovorans*，sheath-devouring）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 TB^T 由日本国立横滨大学从土壤样品中分离而来，可生长于球衣菌（*Sphaerotilus natans*）丝状体外层的鞘，并分泌胞外酶降解这种鞘的多糖。**★形态特征：**细胞兼性厌氧，革兰氏阴性，杆状［（0.4～0.7）μm ×（1.0～3.2）μm］。芽胞椭圆形，胞囊膨大。以 *Sphaerotilus natans* 丝状体外层的鞘作为培养基时，在生长的早期，可观察到菌株 TB^T 的运动型细胞。用胰蛋白胨培养时可观察到 2 种浅黄色至灰色的菌落：一种为扁平、半透明白；另一种为不透明、凸起。**★生理特性：**最适生长温度为 30℃，最适 pH 为 7。当 NaCl 含量为 5%（w/v）时不生长。不能用液体培养基培养。**★生化特性：**过氧化氢酶、脲酶和多酚氧化酶活性为阴性。不水解明胶。不能利用柠檬酸和葡萄糖。精氨酸双水解酶、鸟氨酸脱羧酶和赖氨酸脱羧酶为阴性。不产吲哚。V-P 反应为阴性。能降解和利用球衣菌菌丝鞘。不能氧化绝大多数碳水化合物、有机酸和氨基酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 $C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**模式菌株 DNA 的 G+C 含量为 54.0 mol%～55.8 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 TB^T 与 *Paenibacillus chondroitinus*、*Paenibacillus alginolyticus*、*Paenibacillus koreensis*、*Paenibacillus validus*、*Paenibacillus larvae* subsp. *larvae* 和 *P. larvae* subsp.

pulvifaciens 的亲缘关系最近。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gaacgctggc  ggcgtgccta  atacatgcaa  gtcgagcgaa  ttcctccttc  ggggtgggtt
61      agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtaggcc  acctgcctgt  aagactggga  taactaccgg
121     aaacgatagc  taataccgga  tacgcggttg  gatcgcatga  tccgatcggg  aaagagggtt
181     tcggctctca  cttacggatg  ggcctgcggc  gcattagcta  gttggtgggg  taacggctca
241     ccaaggcgac  gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac
301     ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag  ggaatcttcc  gcaatggacg  caagtctgac
361     ggagcaacgc  cgcgtgagtg  atgaaggttc  tcggatcgta  aagctctgtt  gccagggaag
421     aacggccggg  ggagtaactg  ccctcggcat  gacggtacct  gagaagaaag  ccccggctaa
481     ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  ggggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg
541     taaagcgcgc  gcaggcggtg  gattaagttt  ggtgtttaag  cccggggctc  aaccccggat
601     cgcactgaaa  actggtcgac  ttgagtgtag  gagaggaaag  tggaattcca  cgtgtagcgg
661     tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cgactttctg  gcctataact
721     gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc
781     gtaaacgatg  agtgctaggt  gttaggggtt  tcgataccct  tggtgccgaa  gtaaacacag
841     taagcactcc  gcctggggag  tacggtcgca  agactgaaac  tcaaaggaat  tgacggggac
901     ccgcacaagc  agtggagtat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccaggtc
961     ttgacatcct  cctgaatacg  tttgagatag  cgtatgccct  tcggggacag  gggagacagg
1021    tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg
1081    caacccttga  tcttagttgc  cagcactttg  ggtgggcact  ctaggatgac  tgccggtgac
1141    aaaccggagg  aaggcgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac
1201    acgtactaca  atggccggta  caacgggccg  cgaagccgcg  aggcggagcc  aatcccaaaa
1261    agccggtctc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc  atgaagtcgg  gattgctagt
1321    aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggt  ctt
```

588. *Paenibacillus konsidensis*（传病网类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-76。*Paenibacillus konsidensis* Ko et al.，2008，sp. nov.（传病网类芽胞杆菌）。★**模式菌株：**LBY = ABB-ID-KSY9 = JCM 14798 = KCTC 13165。★**16S rRNA 基因序列号：**EU081509。★**种名释意：***konsidensis* 意为 KONSID，是根据韩国传染病研究网络的首字母缩写而创造的词汇，故其中文名称为传病网类芽胞杆菌［N.L. masc. adj. *konsidensis*，pertaining to KONSID，arbitrary adjective formed from the Korean Network for Studies of Infectious Diseases（KONSID）］。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 LBY^T 由韩国 Sungkyunkwan 大学医学院从韩国一个 75 岁的发热男性患者血液中分离而来。★**形态特征：**细胞革兰氏阳性，好氧，兼性厌氧，杆状［0.5 μm ×（2.0～3.5）μm］。芽胞椭圆形，端生或次端生。★**生理特性：**在血培养基平板上于 37℃，pH 7.0 条件下生长最好，生长温度为 30～42℃，pH 5.2～8.0。NaCl 含量为 2%（w/v）时生长，但 NaCl 含量为 5%时生长受抑制。★**生化特性：**利用 L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、甲基-β-D -木糖、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、鼠李糖、甲基-α-D-半乳糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖、淀粉、糖原、龙胆二糖、松二糖和葡萄糖酸盐作为唯一碳源和能源（API50 CH 系统）；但甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、核

糖醇、山梨糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、甲基-α- D-甘露糖苷、菊糖、松三糖、木糖醇、D-木糖、D-己酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿拉伯糖醇、L-阿拉伯糖醇或 2-酮葡萄糖酸则不能用作唯一碳源和能源。硝酸盐被还原成亚硝酸盐的反应、β-葡萄糖苷酶反应、β-半乳糖苷酶反应、N-乙酰胺基葡萄糖和麦芽糖同化反应为阳性（API 20NE 系统）。但产吲哚反应，利用 D -葡萄糖产酸、精氨酸水解、脲酶反应、七叶苷和明胶的水解反应，以及 D-葡萄糖、D-阿拉伯糖、D-甘露糖、D-甘露糖醇、葡萄糖酸、癸酸、己二酸酯、苹果酸、柠檬酸和乙酸苯酯的同化作用均为阴性。过氧化氢酶、氧化酶、甲基红反应为阳性。V-P 反应为阴性。能水解淀粉和吐温-80，但不能水解酪蛋白。不产 H_2S。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（43.8%）、$C_{16:0}$（10.4%）、iso-$C_{16:0}$（10.3%）、iso-$C_{15:0}$（9.2%）和 anteiso-$C_{17:0}$（8.3%）。**★分子特性：**模式菌株 DNA 的 G+C 含量为 51.3 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 LBY^T 与 *Paenibacillus macerans* 和 *Paenibacillus popilliae* 的同源性分别为 96.2%和 95.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gcaagtcgag  cggacttgat  ggagagcttg  ctctcctgag  agttagcggc  ggacgggtga
61     gtaacacgta  ggcaacctgc  ccgtaagacc  gggataacta  gcggaaacgt  tagctaatac
121    cggataatca  agtttctcgc  atgggaaact  tgggaaaggc  ggagcaatct  gtcacttacg
181    gatgggcctg  cggcgcatta  gctagttggt  ggggtaacgg  ctcaccaagg  cgacgatgcg
241    tagccgacct  gagagggtga  acggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg
301    ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg
361    agtgatgaag  gttttcggat  cgtaaagctc  tgttgccagg  gaagaacgtt  cgctagagta
421    actgctagcg  gagtgacggt  acctgagaag  aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc
481    gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc
541    ggtcaattaa  gtctggtgtt  taatcctggg  gctcaactcc  gggtcgcatt  ggaaactggt
601    tgacttgagt  gcagaagagg  agagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat
661    gtggaggaac  accagtggcg  aaggcgactc  tctgggctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa
721    agcgtgggga  gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgaatgct
781    aggtgttagg  ggtttcgata  cccttggtgc  cgaagttaac  acattaagca  ttccgcctgg
841    ggagtacggt  cgcaagactg  aaactcaaag  gaattgacgg  ggacccgcac  aagcagtgga
901    gtatgtggtt  taattggaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tccttttgac
961    ccctctagag  atagaggttt  cnttcgggac  agaggagaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc
1021   agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gactttagtt
1081   gccagcaatt  cggttgggca  ctctagagtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg
1141   gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtacta  caatggccga
1201   tacaacggga  agcgaagtcg  cgagatggag  cgaatcctat  caaagtcggt  ctcagttcgg
1261   attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagt  cggaattgct  agtaatcgcg  gatcagcatg
1321   ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggtcttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttaca
1381   acacccgaag  tcggtgaggt  aaccgcaagg  agccagccgc  cgaaggtggg  gtagatgatt
1441   ggggtgaagt
```

589. *Paenibacillus koreensis*（韩国类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-77。*Paenibacillus koreensis* Chung et al.，2000，sp. nov.（韩国类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**YC300 = KCTC 2393 = KCCM 40903。**★16S rRNA 基因序列号：**

AF130254。**★种名释意：***koreensis* 意为模式菌株分离自韩国，故其中文名称为韩国类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *koreensis*，pertaining to Korea，the geographical origin of isolation）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 YC300^{T} 从韩国晋州堆肥样品中分离而来。堆肥为来自当地的米糠和鱼加工业废料。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.9）μm ×（2.3～4.5）μm］，兼性厌氧，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。用 0.1×TSA 培养，可形成三种形态的菌落：①圆形，扁平，光滑，不透明；②圆形，凸起，透明至半透明，有反光；③圆形或不规则，皱纹空心，不透明。**★生理特性：**生长温度为 10～50℃，最适温度为 38～40℃。溶菌酶含量为 0.001%时仍能生长，但 NaCl 含量为 7%时不能生长。**★生化特性：**氧化酶、过氧化氢酶、精氨酸水解、鸟氨酸脱羧酶和硝酸盐还原反应为阳性。脲酶、赖氨酸脱羧酶、产吲哚反应和 V-P 反应为阴性。可水解酪蛋白、甲壳素、壳聚糖、七叶苷和淀粉。乙酸钠和丙二酸二乙酯可作为唯一碳源。但乙酰胺和柠檬酸不能。可利用葡萄糖、乳糖、麦芽糖和甘露糖产酸。能通过对木糖的氧化，以及对阿拉伯糖、阿拉伯糖醇、支链淀粉、N-乙酰-D-葡萄糖胺、半乳糖、葡萄糖、乳糖、麦芽糖、肌醇、甘露醇、帕拉金糖、棉籽糖、蔗糖和山梨醇的发酵产酸。不能利用的碳水化合物有：苦杏仁苷、核糖醇、菊糖、L-鼠李糖、D-核糖、水杨苷、己酮糖和 D-木糖。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 54 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 YC300^{T} 与 *Paenibacillus* 种类的同源性为 89.8%～94.8%，且与 *Paenibacillus validus* 一起形成独立的分支。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       aatccttcta   cggacagttt   gatcctggct   caggacgaac   gctggcggcg   tgcctaatac
61      atgcaagtcg   agcgcttggg   gagttccttc   gggaatcccc   gggagcggcg   gacgggtgag
121     taacacgtag   gcaacctgcc   tgtaagaccg   ggataactac   cggaaacggt   agctaagacc
181     ggatacgtgg   ccttctcgca   tgacaggatc   aacaaacacg   gggtaacctg   tggcttacag
241     atgggcctgc   ggcgcattag   ctagttggtg   gggtaacggc   tcaccaaggc   gacgatgcgt
301     agccgacctg   agagggtgat   cggccacact   gggactgaga   cacggcccag   actcctacgg
361     gaggcagcag   tagggaatct   tccgcaatgg   acgcaagtct   gacggagcaa   cgccgcgtga
421     gtgatgaagg   ttttcggatc   gtaaagctct   gttgccaggg   aagaacgtcg   cggagagtaa
481     ctgctctgcg   aatgacggta   cctgagaaga   aagccccggc   taactacgtg   ccagcagccg
541     cggtaatacg   tagggggcaa   gcgttgtccg   gaattattgg   gcgtaaagcg   cgcgcaggcg
601     gccgcttaag   ttctggtgtt   taagcccggg   gctcaacccc   gttcgcactg   gaaactgggc
661     ggcttgagtg   caggatagga   aagcggaatt   ccacgtgtag   cggtgaaatg   cgtagagatg
721     tggaggaaca   ccagtggcga   aagcggcttt   ctggcctgta   actgacgctg   aggcgcgaaa
781     gcgtggggag   caaacaggat   tagataccct   ggtagtccac   gccgtacacg   atgagtgcta
841     ggtgttaggg   gtttcgatac   ccttggtgcc   gaagtaaaca   caataagcac   tccgcctggg
901     gagtacgctc   gcaagagtga   aactcaaagg   aattgacggg   gacccgcaca   agcagtggag
961     tatgtggttt   aattcgaagc   aacgcgaaga   accttaccag   gtcttgacat   ccctctgaat
1021    atcctagaga   tagggtaggc   tttcgggaca   gaggagacag   gtggtgcatg   gttgtcgtca
1081    gctcgtgtcg   tgagatgttg   ggttaagtcc   cgcaacgagc   gcaacccttg   aacttagttg
1141    ccagcattaa   gttgggcact   ctaagttgac   tgccggtgac   aaaccggaga   atgtggggat
1201    gacgtcaaat   catcatgccc   cttatgacct   gggctacaca   cgtagtacaa   tggccggtac
1261    aacgggaagc   gaagtcgcga   gatggagcca   atcctaagaa   agccggtctc   agttcggatt
1321    gcaggctgca   actcgcctgc   atgaagtcgg   aattgctagt   aatcgcggat   cagcatgccg
```

1381	cggtgaatac	gttcccgggt	cttgtacaca	ccgcccgtca	caccacgaga	gtttacaaca
1441	cccgaagtcg	gtggggtaac	cgcaaggagc	cagccgccga	aggtggggta	gatgattggg
1501	gtgaagtggt	aacaaggtag	ccgtaccgga	aggtgg		

590. *Paenibacillus kribbensis*（韩研所类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-78。*Paenibacillus kribbensis* Yoon et al.，2003，sp. nov.（韩研所类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**AM49 = JCM 11465 = KCTC 0766BP。**★16S rRNA 基因序列号：**AF391123。**★种名释意：***kribbensis* 意为 KRIBB，根据韩国生物科学与生物技术研究所的首字母缩写而创造的词汇，故其中文名称为韩研所类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *kribbensis*，arbitrary name formed from the acronym of the Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology，KRIBB，where taxonomic studies on this species were performed）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 AM49^T 从韩国大田市的土壤样品中分离而来。**形态特征：**革兰氏染色可变，用 TSA 培养时菌体兼性厌氧，杆状[（1.3～1.8）μm ×（4.0～7.0）μm]，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 TSA 培养基上，菌落浅黄色，圆形带轻微不规则，扁平至微凸起，半透明至透明。**★生理特性：**生长温度为 10～44℃，最适温度为 30～37℃，在 4℃及 45℃条件下不生长。最适生长 pH 为 6.5～8.0，pH 低于 4.0 生长受抑制。NaCl 含量为 0～2%（w/v）时生长良好，NaCl 含量为 4%（w/v）时仍能生长，NaCl 含量为 5%（w/v）时生长受抑制。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶和脲酶为阴性。能水解七叶苷、酪蛋白、明胶、淀粉和吐温 80。不能水解次黄嘌呤、黄嘌呤和酪氨酸。硝酸盐可被还原成亚硝酸盐。能作为唯一碳源和能源利用 L-阿拉伯糖、D-纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、D-棉籽糖、蜜二糖、L-鼠李糖、D-核糖、水苏糖、蔗糖、D-海藻糖、D-木糖、肌醇、D-甘露醇和葡萄糖酸钠。微弱地利用琥珀酸和柠檬酸三钠作为单独碳源和能源。D-松三糖、核糖醇、D-山梨糖醇、乙酸钠和苯甲酸钠不能作为单独的碳源和能源。在 API 50CH 鉴定系统中，悬浮培养基为 API CHB 时，在以下物质存在时可以产酸：L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、甲基-β-D-木糖苷、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、肌醇、甘露醇、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、棉籽糖、淀粉、糖原和龙胆二糖；甘油、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺和葡萄糖酸可以微弱产酸。不能利用以下物质产酸：赤藓糖醇、D-半乳糖、L-木糖、福寿草醇、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、山梨糖醇、松三糖、木糖醇、D-松二糖、D-木糖、D-己酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿拉伯糖醇、L-阿拉伯糖醇、葡萄糖或 5 酮基-D-葡萄糖酸或 2-酮基-D-葡萄糖酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 AM49^T 和 AM141^T 与 *P. jamilae*、*P. polymyxa*、*P. azotofixans* 和 *P. peoriae* 聚类在同一个分支，菌株 AM49^T 和 AM141^T 之间的同源性为 97.6%，而与其他 *Paenibacillus* 种类的同源性为 90.3%～98.7%。而且，DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 AM49^T 和 AM141^T 是 *Paenibacillus* 的 2 个新种，分别命名为 *Paenibacillus kribbensis*（AM49^T）和 *Paenibacillus terrae*（AM141^T）。16S rRNA 基

因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggggtcatgt  agaagcttgc
61     ttctacatga  cctagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag  gcaacctgcc  cacaagacag
121    ggataactac  cggaaacggt  agctaatacc  cgatacatcc  ttttcctgca  tgggagaagg
181    aggaaagacg  gagcaatctg  tcacttgtgg  atgggcctgc  ggcgcattag  ctagttggtg
241    gggtaaaggc  ctaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact
301    gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg
361    gcgaaagcct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc  gtaaagctct
421    gttgccaggg  aagaacgctt  gggagagtaa  ctgctctcaa  ggtgacggta  cctgagaaga
481    aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  tagggggcaa  gcgttgtccg
541    gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gctctttaag  tctggtgttt  aatcccgagg
601    ctcaacttcg  ggtcgcactg  gaaactggag  agcttgagtg  cagaagagga  gagtggaatt
661    ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgactct
721    ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781    ggtagtccac  gccgtaaacg  atgaatgcta  ggtgttaggg  gtttcgatac  ccttggtgcc
841    gaagttaaca  cattaagcat  tccgcctggg  gagtacggtc  gcaagactga  aactcaaagg
901    aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961    accttaccag  gtcttgacat  ccctctgatc  ggtctagaga  tagatctttc  cttcgggaca
1021   gaggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc
1081   cgcaacgagc  gcaaccctta  tgcttagttg  ccagcaggta  aagctgggca  ctctaagcag
1141   actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga
1201   cctgggctac  acacgtacta  caatggccgg  tacaacggga  agcgaaatcg  cgaggtggag
1261   ccaatcctag  aaaagccggt  ctcagttcgg  attgtaggct  gcaactcgcc  tacatgaagt
1321   cggaattgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggtcttgtac
1381   acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttaca  acacccgaag  tcggtggggt  aacccgcaag
1441   ggagccagcc  gccgaaggtg  gggtagatga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa  ggtagccgta
1501   tcggaaggtg  c
```

591. *Paenibacillus lactis*（牛奶类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-79。*Paenibacillus lactis* Scheldeman et al.，2004，sp. nov.（牛奶类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MB 1871 = DSM 15596 = LMG 21940。**★16S rRNA 基因序列号：**AY257868。**★种名释意：***lactis* 为牛奶之意，故其中文译名为牛奶类芽胞杆菌[L. masc. n. *lac*，milk；L. gen. n. *lactis*，of milk，referring to milk（and its environment on the dairy farm）as the principal isolation source]。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MB 1871^T 由比利时梅莱市（Melle）动物产品质量部门农业研究中心从奶牛场及受污染的 UHT 牛奶中分离而来。**形态特征：**细胞革兰氏阴性或可变，单生，长杆状 [（0.6～0.9）μm ×（3～6）μm]，末端圆形，偶尔轻微锥形并弯曲，可运动。芽胞椭圆形或圆柱形，次端生，偶尔次中生，胞囊膨大。在 TSA 培养基上 30℃培养 4 d，菌落不透明，淡黄色，轻微凸起，圆形，附粗糙或延展透明边缘，呈蛋壳表面纹理。运动的小菌落沿平板表面呈顺时针方向蔓延生长。菌落直径 1～2 mm。好氧。**★生理特性：**最高生长温度为 50～55℃，最适温度为 30～40℃。最适生长 pH 为 7.0，最

低生长 pH 为 5.0～6.0，最高生长 pH 为 10.5～11。★**生化特性**：不能水解酪蛋白。在 API 20E 试剂里，ONPG 水解反应为阳性。硝酸盐还原反应不确定。V-P 反应为阴性或很弱。精氨酸水解反应、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸盐利用、产硫化氢反应、脲酶、色氨酸脱氨酶、产吲哚反应和明胶水解反应均为阴性。在 API 50CH 鉴定系统中，用 CHB 液体培养基培养，七叶苷水解反应为阳性，且利用以下糖类产酸但不产气：苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、熊果苷、D-纤维二糖、D-果糖、D-葡萄糖、糖原、乳糖、麦芽糖、甘露醇、D-甘露糖、D-蜜二糖、D-棉籽糖、核糖、淀粉、蔗糖、D-海藻糖、D-松二糖和 D-木糖。有些菌株在以下基质中产生微弱反应：苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、熊果苷、D-纤维二糖、D-果糖、D-葡萄糖、乳糖、麦芽糖、甘露醇、D-甘露糖、D-蜜二糖、D-棉籽糖、蔗糖、D-松二糖和 D-木糖。在以下物质中产酸而不产气的反应因菌株而异：D-阿拉伯糖、L-海藻糖、半乳糖、龙胆酸、葡萄糖酸盐、D-松三糖、甲基-D-葡萄糖苷、甲基木糖苷、N-乙酰氨基葡萄糖和水杨苷。不能利用以下物质产酸：核糖醇、D-阿糖醇、L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-海藻糖、菊糖、甘油、2-酮基-D-葡萄糖酸、5-酮基-D-葡萄糖酸、D-木糖、*meso*-肌醇、甲基-D-甘露糖苷、鼠李糖、山梨糖醇、L-山梨糖、D-己酮糖、L-木糖或木糖醇。在各种测定结果中，模式菌株能利用以下物质，并显示阳性反应：D-阿拉伯糖、L-海藻糖、半乳糖、龙胆酸、D-松三糖、甲基木糖苷、N-乙酰氨基葡萄糖胺和水杨苷。利用甲基-D-葡萄糖苷产生微弱的反应。硝酸盐还原反应弱。★**化学特性**：主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（38.5%±5.3%）、$C_{16:0}$（23.9%±6.7%）、iso-$C_{15:0}$（11.1%±1.4%）、anteiso-$C_{17:0}$（5.4%±1.9%）、iso-$C_{16:0}$（5.4%±1.4%）、iso-$C_{17:0}$（4.8%±1.2%）、$C_{16:1\omega11c}$（4.3%±1.3%）、$C_{14:0}$（3.1%±1.4%）、iso-$C_{14:0}$（2.0%±0.6%）和 $C_{15:0}$（1.0%±0.7%）。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量因菌株不同而不同，菌株 MB1871^T 的 G+C 含量 51.6 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctaatacatg  caagtcgagc  ggacttgatg  aggagcttgc  ttntctgaga  gttagcggcg
61    gacgggtgag  taacacgtag  gcaacctgcc  ctcaagactg  ggataactac  cggaaacggt
121   agctaatacc  ggataattaa  atyygctgca  tggcggaktt  atgaaaggcg  gagcaatctg
181   tcacttgagg  atgggcctgc  ggcgcattag  ctagttggtg  aggtaacggc  tcaccaaggc
241   gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgaa  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag
301   actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg  gcgaaagcct  gacggagcaa
361   cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc  gtaaagctct  gttgccaggg  aagaacgtct
421   catagagtaa  ctgctatgag  agtgacggta  cctgagaaga  aagccccggc  taactacgtg
481   ccagcagccg  cggtaatacg  tagggggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg
541   cgcgcaggcg  gttctttaag  tctggtgttt  aaacccgagg  ctcaacttcg  ggacgcactg
601   gaaactgggg  aacttgagtg  cagaagagga  gagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg
661   cgtagatatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgactct  ctgggctgta  actgacgctg
721   aggcgcgaaa  gcgtggggag  cgaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg
781   atgaatgcta  ggtgttaggg  gtttcgatac  ccttggtgcc  gaagttaaca  cattaagcat
841   tccgcctggg  gagtacggtc  gcaagactga  aactcaaagg  aattgacggg  gacccgcaca
901   agcagtggag  tatgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccaa  gtcttgacat
961   ccctctgaat  cctctagaga  tagrggcggc  cttcgggaca  gaggagacag  gtggtgcatg
1021  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  cgcaaccctt
```

```
1081  gatcttagtt  gccagcactt  tgggtgggca  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga
1141  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga  cttgggctac  acacgtacta
1201  caatggctgg  tacaacggga  agcgaagccg  cgaggtggag  ccaatcctaa  aaagccagtc
1261  tcagttcgga  ttgcaggctg  caactcgcct  gcatgaagtc  ggaattgcta  gtaatcgcgg
1321  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg  gtcttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga
1381  gagtttacaa  cacccgaagt  tcggtggggt  aacccttacg  ggagccagcc  gccgaaggtg
1441  gggtagatga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa  ggtagccgta  tcggaaggtg  cggctggatc
1501  acctcctt
```

592. *Paenibacillus larvae*（幼虫类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-80。*Paenibacillus larvae*（White，1906）Ash et al.，1994，comb. nov.（幼虫类芽胞杆菌）= *Bacillus larvae* White，1906（Approved Lists 1980）。**★模式菌株：**ATCC 9545 = CCUG 28515 = CIP 104618 = DSM 7030 = LMG 9820 = LMG 15969 = NRRL B-2605。**★16S rRNA 基因序列号：**AY530294。**★种名释意：***larvae* 为幼虫之意，故其中文名称为幼虫类芽胞杆菌（L. gen. n. *larvae*，of a ghost，of a spectre and in biology of a larva）。

【种类描述】★菌株来源：菌株是从患病蜜蜂（*Apis mellifera*）幼虫中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［0.5 μm ×（1.5～6.0）μm］，单生或链状或丝状生长，兼性厌氧，有些菌株能动。芽胞椭圆形，中生或次端生，胞囊膨大。菌落一般不产色素，在哥伦比亚血琼脂或 MYPGP 琼脂平板上的菌落为黄橙色或红色。**★生理特性：**生长的温度是 20～40℃。菌株在 0.001%溶菌酶或 2% NaCl 浓度下能生长；在 5% NaCl 浓度下不能生长；**★生化特性：**过氧化氢酶为阴性或弱阳性反应；用葡萄糖和海藻糖能产酸；利用甘露醇产酸反应可变；大部分菌株能将硝酸盐还原成亚硝酸盐；V-P 反应为阴性，pH 为 5.7；能水解淀粉；能分解酪氨酸；苯丙氨酸能脱氨；产二羟基丙酮和吲哚；利用阿拉伯糖和木糖能产酸。API 20E 测试结果表明能水解明胶和酪蛋白；不能水解 β-D-吡喃半乳糖苷酶；不能利用柠檬酸盐；不产 H_2S、脲酶和吲哚；有些菌株 V-P 和硝酸盐为弱反应。API 50CH 测试结果表明利用下列化合物产酸：N-乙酰氨基葡萄糖、D-葡萄糖、甘油、D-甘露糖、核糖和 D-海藻糖。能水解七叶苷。利用下列化合物不产酸：核糖醇、苦杏仁苷、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、熊果苷、D-纤维二糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-海藻糖、L-海藻糖、龙胆二糖、D-葡萄糖酸盐、2 -酮基-D-葡萄糖酸和 5-酮基-D-葡萄糖酸盐、糖原、肌醇、乳糖、D-木糖、D-麦芽糖、D-蜜二糖、D-松三糖、甲基-D-甘露糖苷、甲基-D-木糖苷、D-棉籽糖、L-鼠李糖、D-山梨糖醇、L-山梨糖、淀粉、蔗糖、D-松二糖、木糖醇、D-木糖、L-木糖。不同的菌株利用 D-果糖、D-半乳糖、甘露糖醇、甲基-D-葡萄糖苷、水杨苷和 D-己酮糖的结果不一样，精氨酸双水解酶反应也不一样。**★化学特性：**主要脂肪酸为 $C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42 mol%～43 mol%（T_m）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  catggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    ggaccttgtg  tttctcttcg  ggagacgcca  ggttagcggc  ggacgggtga  gtaacacgta
```

121　ggcaacctgc　ctgtaagacc　gggataactt　gcggaaacgt　gagctaatac　cggatagctg
181　gtttcttcgc　atgaagaagt　catgaaagac　ggggcaacct　gtcacttaca　gatgggcctg
241　cggcgcatta　gctagttggt　agggtaacgg　cttaccaagg　cgacgatgcg　tagccgacct
301　gagagggtga　acggccacac　tgggactgag　acacggccca　gactcctacg　ggaggcagca
361　gtagggaatc　ttccgcaatg　gacgaaagtc　tgacggagca　acgccgcgtg　agtgatgaag
421　gttttcggat　cgtaaagctc　tgttgccaag　gaagaacggc　caggggagta　actgcccctg
481　gagtgacggt　acttgagaag　aaagccccgg　ctaactacgt　gccagcagcc　gcggtaatac
541　gtagggggca　agcgttgtcc　ggaattattg　ggcgtaaagc　gcgcgcaggc　ggtcttttaa
601　gtctggtgtt　taagcccggg　gctcaacccc　ggttcgcact　ggaaactggg　agacttgagt
661　gtaggagagg　aaagtggaat　tccacgtgta　gcggtgaaat　gcgtagagat　gtggaggaac
721　accagtggcg　aaggcgactt　tctggcctat　aactgacgct　gaggcgcgaa　agcgtgggga
781　gcaaacagga　ttagataccc　tggtagtcca　cgccgtaaac　gatgaatgct　aggtgttagg
841　ggtttcgata　cccttggtgc　cgaagttaac　acagtaagca　ttccgcctgg　ggagtacggt
901　cgcaagactg　aaactcaaag　gaattgacgg　ggacccgcac　aagcagtgga　gtatgtggtt
961　taattcgaag　caacgcgaag　aaccttacca　ggccttgaca　tccctctgac　cggtttagag
1021　atagaccttt　tccttcgggg　acagaggaga　caggtggtgc　atggttgtcg　tcagctcgtg
1081　tcgtgagatg　ttgggttaag　tcccgcaacg　agcgcaaccc　ttgatcttag　ttgccagcac
1141　gcagaggtgg　gcactctaag　atgactgccg　gtgacaaacc　ggaggaaggt　ggggatgacg
1201　tcaaatcatc　atgcccctta　tggcctgggc　tacacacgta　ctacaatggt　cggtacaacg
1261　ggaagcgaag　gagcgatccg　gagccaatcc　tcaaaagccg　atctcagttc　ggattgcagg
1321　ctgcaactcg　cctgcatgaa　gtcggaattg　ctagtaatcg　cggatcagca　tgccgcggtg
1381　aatacgttcc　cgggtcttgt　acacaccgcc　cgtcacacca　cgagagttta　caacacccga
1441　agtcggtgag　gtaaccgcaa　ggggccagcc　gccgaaggtg　ggtagatga　ttggggtgaa
1501　gtcgtaacca　aggta

593. *Paenibacillus lautus*（灿烂类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-81。*Paenibacillus lautus*（Nakamura，1984）Heyndrickx et al.，1996，comb. nov.（灿烂类芽胞杆菌）= *Bacillus lautus*（*ex* Batchelor，1919）Nakamura，1984。**★模式菌株：**ATCC 43898 = CIP 103118 = DSM 3035 = IFO（now NBRC）15380 = JCM 9073 = LMG 11157 = NRRL NRS-666。**★16S rRNA 基因序列号：**AB073188。**★种名释意：***lautus* 为灿烂之意，故其中文名称为灿烂类芽胞杆菌（lau′tus. L. masc. adj. *lautus*，washed，splendid）。

【种类描述】★菌株来源：该种的菌株可以分离自人类肠道和土壤。**★形态特征：**细胞为革兰氏阳性，兼性厌氧，可运动，杆状［（0.5～1.0）μm×（4.0～7.0）μm］，单生或成对。芽胞椭圆形，次端生，胞囊膨大。在 NA 等常规培养基上的菌落圆形，不规则，稍凸起，灰白色，产芽胞时为白色，30℃培养 2～3 d 的直径为 1～2 mm。**★生理特性：**菌株在 NaCl 浓度为 5%或含 0.001%溶菌酶条件下生长不会受到抑制；最适生长温度是 28～30℃，最高生长温度是 45～50℃，最低生长温度是 5～10℃。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性。酪蛋白水解活性弱。β-半乳糖苷酶和 V-P 反应为阳性，但不利用柠檬酸，不水解明胶，不还原硝酸盐，不产精氨酸双水解酶、H_2S、吲哚和脲酶（API 20E）。MI 50CH（使用 API CHB 悬浮培养基）分析结果显示，水解七叶苷，由下列物质产酸但不产气：

苦杏仁苷、熊果苷、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-纤维二糖、D-果糖、半乳糖、苦杏仁糖、D-葡萄糖、甘油、糖原、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、甘露醇、D-蜜二糖、甲基-D-葡萄糖苷、甲基-D-木糖苷、N-乙酰-葡萄糖胺、D-棉籽糖、核糖、水杨苷、淀粉、蔗糖、D-海藻糖、D-松二糖和 D-木糖，但不能由下列物质产酸：核糖醇、D-阿糖醇、L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖、2-酮基-葡萄糖酸、5-酮基-葡萄糖酸、D-木糖、肌醇、甲基-D-甘露糖苷、鼠李糖、山梨醇、L-山梨糖、D-己酮糖、木糖醇和 L-木糖。不同菌株利用 L-岩藻糖、葡萄糖酸、菊糖和 D-松三糖的能力不同。模式菌株能利用菊糖、L-岩藻糖和 D-松三糖产酸，不能水解酪蛋白，不能由葡萄糖酸产酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{14:0}$、$C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:1\omega11c}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      cgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcgg  acttgatgga  gtgcttgcac
61     tcctgaaggt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtaggc  aacctgccct  caagactggg
121    ataactaccg  gaaacggtag  ctaataccgg  ataatttatt  tcacagcatt  gtggaataat
181    gaaagacgga  gcaatctgtc  acttggggat  gggcctgcgg  cgcattagct  agttggtggg
241    gtaacggccc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgaacg  gccacactgg
301    gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatgggc
361    gaaagcctga  cggagcaacg  ccgcgtgagt  gatgaaggtt  ttcggatcgt  aaagctctgt
421    tgccaaggaa  gaacgtcttc  tagagtaact  gctaggagag  tgacggtact  tgagaagaaa
481    gccccggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  gggggcaagc  gttgtccgga
541    attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt  tctttaagtc  tggtgtttaa  acccgaggct
601    caacttcggg  tcgcactgga  aactggggga  cttgagtgca  gaagaggaga  gtggaattcc
661    acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagatatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag  gcgactctct
721    gggctgtaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc  gtggggagca  aacaggatta  gataccctgg
781    tagtccacgc  cgtaaacgat  gaatgctagg  tgttaggggt  ttcgataccc  ttggtgccga
841    agttaacaca  ttaagcattc  cgcctgggga  gtacggtcgc  aagactgaaa  ctcaaaggaa
901    ttgacgggga  cccgcacaag  cagtggagta  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac
961    cttaccaagt  cttgacatcc  ctctgaatcc  tctagagata  gaggcggcct  tcgggacaga
1021   ggtgacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg  ttaagtcccg
1081   caacgagcgc  aacccttgat  tttagttgcc  agcacttngg  gtgggcactc  tagaatgact
1141   gccggtgaca  aaccggagga  aggcggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgactt
1201   gggctacaca  cgtactacaa  tggctggtac  aacgggaagc  gaagccgcga  ggtggagcca
1261   atcctataaa  agccagtctc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc  atgaagtcgg
1321   aattgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggt  cttgtacaca
1381   ccgcccgtca  caccacgaga  gtttacaaca  cccgaagtcg  gtggggtaac  ccgcaaggga
1441   gccagccgcc  gaaggtgggg  tagatgattg  gggtgaagtc  gtaacaaggt  agccgtatcg
1501   gaagg
```

594. *Paenibacillus lemnae*（稀脉萍类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-82。*Paenibacillus lemnae* Kittiwongwattana and Thawai，2014，sp. nov.（稀脉萍类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**L7-75 = BCC 67838 = NBRC 109972。**★16S rRNA 基因序列号：**AB819817。**★种名释意：***lemnae* 为稀脉萍之意，故中文名称为稀脉萍类芽

胞杆菌（lem′nae N.L. gen. n. *lemnae* of *Lemna*，the duckweed）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 L7-75[T] 是从青萍植株中分离得到的。**★形态特征：**细胞革兰氏反应可变，单极鞭毛，可运动，杆状［（0.4～0.6）μm×（1.4～1.5）μm］。形成芽胞，芽胞椭圆形。在 TSA 培养基上，30℃培养 48 h，菌落直径约为 2 mm，圆形，浅黄色。**★生理特性：**生长温度为 20～40℃，最适生长温度为 30℃；pH 为 7.0～10.0，最适 pH 为 7.0。菌株可在 0.5%～5.0%（w/v）NaCl 浓度条件下生长，最适浓度为 0.5%（w/v）NaCl。**★生化特性：**过氧化氢酶和细胞色素氧化酶反应为阳性。可水解淀粉，但不水解吐温 80 和 DNA。在 API 20NE 试验中，硝酸盐不被还原成亚硝酸盐，不产生吲哚和葡萄糖不发酵。不具有精氨酸双水解酶、脲酶和 β-半乳糖苷酶的活性。具有 β-葡萄糖苷酶和明胶酶的活性。可利用以下碳源：D-葡萄糖、D-甘露糖和麦芽糖。不可利用的碳源有：L-阿拉伯糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、葡萄糖酸盐、癸酸盐、己二酸盐、苹果酸盐、柠檬酸盐和乙酸苯酯。在 API 50CH 试验中，在下列化合物中可产酸：甘油、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、L-鼠李糖、肌醇、甲基-α-D-吡喃木糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、柠檬酸铁、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、淀粉、糖原、龙胆二糖、松二糖、L-海藻糖和 2 -酮葡萄糖酸钾。在下列化合物中不产酸：赤藓醇、L-木糖、D-核糖醇、L-山梨糖、半乳糖醇、D-甘露醇、D-山梨醇、N-乙酰葡萄糖胺、菊糖、松三糖、棉籽糖、木糖醇、D-木糖、D-己酮糖、D-海藻糖、D-阿拉伯糖醇、L-阿拉伯糖醇和葡萄糖酸钾。**化学特征：**菌株的主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要极性脂是二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和磷脂酰甲基乙醇胺。主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**菌株的 DNA 的 G+C 含量为 49.1 mol%（T_m）。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 L7-75[T] 属于 *Paenibacillus*，与其亲缘关系最近的分别是 *P. uliginis* N3/975[T]（98.5%）、*P. purispatii* ES_M17[T]（98.5%）、*P. lactis* MB 1871[T]（98.2%）、*P. campinasensis* 324[T]（97.7%）、*P. glucanolyticus* S93[T]（97.7%）和 *P. lautus* ATCC 43898[T]（97.4%）。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 L7-75[T] 与它们的关联度为 4.4%～47.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggacgaacgc  tggcggcgtg  cttaatacat  gcaagtcgag  cggacttgat  gaggagcttg
61    ctcctctgaa  ggttagcggc  ggacgggtga  gtaacacgta  ggcaacctgc  cctcaagact
121   gggataacta  ccggaaacgg  tagctaatac  cggataattg  attccttcac  ctgaggggat
181   tatgaaaggc  ggagcaatct  gtcacttgag  gatgggcctg  cggcgcatta  gctagttggt
241   gaggtaatgg  ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga  acggccacac
301   tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg
361   gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  agtgatgaag  gttttcggat  cgtaaagctc
421   tgttgccagg  gaagaacgtc  ttctagagta  actgctagaa  gagtgacggt  acctgagaag
481   aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc
541   ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggtttgttaa  gtctggtgtt  taaacctggg
601   gctcaacttc  aggtcgcact  ggaaactggg  aaacttgagt  gcagaagagg  agagtggaat
661   tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagatat  gtggaggaac  accagtggcg  aaggcgactc
721   tctgggctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcaaacagga  ttagataccc
```

```
781   tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgaatgct  aggtgttagg  ggtttcgata  cccttggtgc
841   cgaagttaac  acattaagca  ttccgcctgg  ggagtacggt  cgcaagactg  aaactcaaag
901   gaattgacgg  ggacccgcac  aagcagtgga  gtatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag
961   aaccttacca  ggtcttgaca  tccctctgac  cggtacagag  atgtaccttt  ccttcgggac
1021  agaggagaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc
1081  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcaggt  catgctgggc  actctaaggt
1141  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg
1201  acctgggcta  cacacgtact  acaatggctg  gtacaacggg  aagcgaagga  gcgatctgga
1261  gcgaatccta  aaaagccagt  ctcagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagt
1321  cggaattgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggtcttgtac
1381  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttaca  acacccgaag  tcggtggggt  aacccgcaag
1441  ggagccagcc  gccgaaggtg  gggtagatga  ttgggggtga  agtcgtaaca  aggtagccgt
1501  atcggaagg
```

595. *Paenibacillus lentimorbus*（慢病类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-83。*Paenibacillus lentimorbus*（Dutky，1940）Pettersson et al.，1999，comb. nov.（慢病类芽胞杆菌）= *Bacillus lentimorbus* Dutky，1940。**★模式菌株：**ATCC 14707 = CCUG 28883 = CIP 106068 = LMG 20224 = NCCB 75014 = NRRL B-2522。**★16S rRNA 基因序列号：**AB073199。**★种名释意：***lentimorbus* 中 *lentus* 为缓慢之意，*morbus* 为疾病之意，故其中文名称为慢病类芽胞杆菌（L. adj. *lentus*，slow；L. n. *morbus*，a sickness，disease；N.L. n. *lentimorbus*，the slow disease）。

【种类描述】★菌株来源：菌株可以从被感染的日本丽金龟子和其他金龟子幼虫的血淋巴分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变或革兰氏阴性，杆状 [（0.5～0.7）μm ×（1.8～7.0）μm]，兼性厌氧。芽胞椭圆形，中生或端生，胞囊膨大，产或不产伴胞晶体，模式菌株不产伴胞晶体。营养要求苛刻，需要特殊培养基（如 J-broth 或 MYPGP），这些培养基上形成的菌落呈浅黄色，直径小于 1 mm。**★生理特性：**最高生长温度为 35℃，最低生长温度为 20℃。V-P 反应培养基的 pH 是 5.9～6.5。菌株在 2% NaCl 或 1 μg/ml 的万古霉素中不能生长。**★生化特性：**不产 3-羟基丁酮。利用下列化合物产酸：半乳糖、葡萄糖、麦芽糖、甘露糖和海藻糖。利用阿拉伯糖、甘露糖或木糖不产酸。J-broth 培养基中含 0.001%溶菌酶时菌株能生长。过氧化氢酶为阴性反应。硝酸盐不能被还原。不能水解酪蛋白、明胶和淀粉。不产吲哚。不能降解苯丙氨酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 $C_{16:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 $C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38 mol%（T_m）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcgg  agcgacggtt  cccttcgggg
61    aaccgttagc  ttagcggcgg  acgggtgagt  aatacgtagg  taacctgccc  ttaagaccgg
121   gataactcac  ggaaacgtgg  gctaataccg  gataggcgat  ttcctcgcat  gagggaatcg
181   ggaaaggcgg  ttccgattaa  tcggggctgc  cacttatgga  tggacctacg  gcgcattagc
241   tagttggtgg  ggtnacggct  caccaaggcg  acgatgcgta  gccgacctga  gagggtgatc
301   ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt
361   ccgcaatgga  cgcaagtctg  acggagcaac  gccgcgtgag  tgatgaaggt  tttcggatcg
```

```
421   taaagctctg  ttgccaggga  agaacgctat  ggagagtaac  tgctctatag  gtgacggtac
481   ctgagaagaa  agccccggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  agggggcaag
541   cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  tcatgtaagt  ctggtgttta
601   aacccggggc  tcaactccgg  gtcgcatcgg  aaactgtgtg  acttgagtgc  agaagaggaa
661   agtggaattc  cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa
721   ggcgactttc  tgggctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt
781   agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga  tgaatgctag  gtgttagggg  tttcgatacc
841   cttggtgccg  aagttaacac  attaagcatt  ccgcctgggg  agtacggtcg  caagactgaa
901   actcaaagga  attgacgggg  acccgcacaa  gcagtggagt  atgtggttta  attcgaagca
961   acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ccactgaccg  ctctagagat  agagcttccc
1021  ttcggggcag  aggagacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg
1081  gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccttaa  ctttagttgc  cagcattgag  ttgggcactc
1141  tagagtgact  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc
1201  cttatgacct  gggctacaca  cgtactacaa  tggctggtac  aacgggaggc  gaagccgcga
1261  ggtggagcga  atcctaaaaa  gccagtctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca
1321  tgaagtcgga  attgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggtc
1381  ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  tttacaacac  ccgaagtcgg  tggggtaacc
1441  gcaaggagcc  agccgccgaa  ggtggggtag  atgattgggg  tgaagtcgta  acaaggtagc
1501  cgtatcggaa  gg
```

596. *Paenibacillus lentus*（缓慢类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-84。*Paenibacillus lentus* Li et al.，2014，sp. nov.（缓慢类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CMG1240 = ATCC BAA-2594 = DSM 25539。**★16S rRNA 基因序列号：**KC800716。**★种名释意：***lentus* 为缓慢之意，故其中文名称为缓慢类芽胞杆菌（L. masc. adj. *lentus*，slow，delayed，referring to its slow growth）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CMG1240^T 分离自美国采集的混合土样。**★形态特征：**革兰氏染色可变，好氧，不运动，形成芽胞，杆状［（0.8～0.9）μm ×（2.5～5.0）μm］，单生或成对。芽胞椭圆形，中生或次中生，胞囊膨大。**★生化特性：**生长温度为 30～50℃，最适为 35～41℃。生长 pH 为 6.0～10.0，最适 pH 为 7.5。生长 NaCl 浓度为 1%～4%，但被高浓度的 NaCl 抑制。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能利用淀粉、葡萄糖、蔗糖、阿拉伯糖、甘露醇、蜜二糖和肌醇。不能水解酪蛋白和明胶，V-P 反应为阴性。菌株具有 β-甘露糖水解活性，能够水解瓜尔胶中的半乳糖苷和露聚糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要的细胞壁糖为木糖，以及少量的甘露糖和葡萄糖。主要的极性脂为磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和未知的糖脂、磷脂、磷脂酰糖脂和其他脂类。细胞壁肽聚糖为 A1γ。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 46.4 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 CMG1240^T 与 *P. fonticola* ZL^T 同源性为 97.6%，而与其他 *Paenibacillus* 的菌株同源性低于 95.3%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tttgatcctg  gctcaggacg  aacgctggcg  gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgagcggga
61    ttattttgga  agcttgcttc  cgaaatgatc  tagcggcgga  cgggtgagta  atacgtaggc
```

121 aacctgcccc tcagcctggg ataactagcg gaaacgttag ctaataccgg ataatttytt
181 tcttcgcatg aaggaayaat gaaagacgga gcaatctgtc actaagggat gggcctacgg
241 cgcattagct agttggtgag gtaatggctc accaaggcga cgatgcgtag ccgacctgag
301 agggtgaacg gccacactgg gactgagaca cggcccagac tcctacggga ggcagcagta
361 gggaatcttc cgcaatggac gcaagtctga cggagcaacg ccgcgtgagt gatgaaggtt
421 ttcggatcgt aaagctctgt tgccagggaa gaacgtcttg gagagtaact gctctaagag
481 tgacggtacc tgagaagaaa gccccggcta actacgtgcc agcagccgcg gtaatacgta
541 gggggcaagc gttgtccgga attattgggc gtaaagcgcg cgcaggcggt catttaagtc
601 tggtgtttaa tcccggggct caactccggg tcgcactgga aactgggtgg cttgagtgca
661 gaagaggaga gtggaattcc acgtgtagcg gtgaaatgcg tagatatgtg gaggaacacc
721 agtggcgaag gcgactctct gggctgtaac tgacgctgag gcgcgaaagc gtgggtagca
781 aacaggatta gataccctgg tagtccacgc cgtaaacgat gaatgctagg tgttaggggt
841 ttcgataccc ttggtgccga agtaaacaca ttaagcattc cgcctgggga gtacggtcgc
901 aagactgaaa ctcaaaggaa ttgacgggga cccgcacaag cagtggagta tgtggtttaa
961 ttcgaagcaa cgcgaagaac cttaccaggt cttgacatgc ctctgaccgc tctagagata
1021 gagcttctct tcggagcagg ggacacaggt ggtgcatggt tgtcgtcagc tcgtgtcgtg
1081 agatgttggg ttaagtcccg caacgagcgc aacccttgat cttagttgcc agcatttcgg
1141 atgggcactc taaggtgact gccggtgaca aaccggagga aggtggggat gacgtcaaat
1201 catcatgccc cttatgacct gggctacaca cgtactacaa tggccagtac aacgggaagc
1261 gaaaccgcga ggtggagcga atcctatcaa agctggtctc agttcggatt gcaggctgca
1321 actcgcctgc atgaagtcgg aattgctagt aatcgcggat cagcatgccg cggtgaatac
1381 gttcccgggt cttgtacaca ccgcccgtca caccacgaga gtttacaaca cccgaagtcg
1441 gtgaggtaac cgcaaggggc cagccgccga aggtggggta gatgattggg gtgaagtcgt
1501 aacaaggtag ccgtatcgga aggtgcggct ggatcacctc cttt

597. *Paenibacillus lupini*（白羽扇豆类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-85。*Paenibacillus lupini* Carro et al.，2014，sp. nov.（白羽扇豆类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**RLAHU15 = LMG 27296 = CECT 8235。**★16S rRNA 基因序列号：**KF769449。**★种名释意：***lupini* 意为模式菌株分离自白羽扇豆，故其中文名称为白羽扁豆类芽胞杆菌（lu.pi′ni. L. n. *lupinus* a lupin and also a botanical generic name；L. gen. n. *lupini*，of *Lupinus*，referring to the isolation of the first strains from *Lupinus albus*）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PLAHU15^{T} 是从西班牙白羽扇豆根结节分离的。**★形态特征：**细胞为革兰氏阳性，形成芽胞，以周生鞭毛运动，杆状［（0.6～1.0）μm ×（2.5～2.9）μm］。芽胞卵圆形，中生或次端生，胞囊膨大。在 NA 培养基上的菌落白色-浅黄色，圆形，光滑，凸起，直径为 1～3 mm。**★生理特性：**好氧。生长 pH 为 6～9（最适 pH 7)。在含 2% NaCl 时可以生长，但含 5% NaCl 时不能生长。生长温度为 10～40℃（最适 30℃）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。产淀粉酶、酪蛋白酶和 β-半乳糖苷酶，但不产明胶酶、吲哚、苯丙氨酸脱氨酶、脲酶、精氨酸双水解酶、鸟氨酸脱羧酶和赖氨酸脱羧酶。不水解吐温 80，不产 H_2S。产 3-羟基丁酮活性弱（API 20E），水解七叶苷（API 20NE 和 API 50CH）。API 20NE 分析结果表明，能利用葡萄糖、L-阿拉伯糖、甘露糖、N-乙酰葡萄糖胺和麦芽糖，不能利用甘露醇、

癸酸、己二酸、L-苹果酸、柠檬酸和苯乙酸，利用葡萄糖酸活性弱。由葡萄糖产酸但不产气。API 50CH 分析结果表明，由下列物质产酸：甘油、L-阿拉伯糖、D-木糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉和糖原。不能由下列物质产酸：赤藓糖醇、D-核糖、L-木糖、核糖醇、甲基-α-D-木糖苷、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-果糖、D-甘露醇、木糖醇、苦杏仁糖、L-木糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、D-阿糖醇和 L-阿糖醇。由下列物质产酸活性弱：D-阿拉伯糖、甲基-α-D-甘露糖苷、水杨苷、松二糖和 L-岩藻糖。水解熊果苷活性弱。★**化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、三种未知的磷脂和一种未知的脂质。细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 54.4 mol%。基于 16S rRNA 系统发育分析表明菌株 PLAHU15^{T} 与 *P. catalpae* D75^{T}、*P. glycanilyticus* DS-1^{T}、*P. endophyticus* PECAE04^{T} 和 *P. xinjiangensis* B538^{T} 的同源性分别为 98.8%、98.9%、97.4%和 97.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      tagagtttga  tcctggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61     cggatctttt  ccttcgggaa  aagattagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  tgggtaacct
121    gcccataaga  ctgggataac  attcggaaac  gaatgctaat  accggatacg  cgaattggtc
181    gcatggccga  atcgggaaag  gcggagcaat  ctgccactta  tggatggacc  cgcggcgcat
241    tagctagttg  gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
301    gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa
361    tcttccgcaa  tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgatga  aggttttcgg
421    atcgtaaagc  tctgttgcca  gggaagaacg  cttacgagag  taactgctcg  taaggtgacg
481    gtacctgaga  agaaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg
541    caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggccttgt  aagtctgtcg
601    tttaaactcg  gagctcaact  tcgagtcgcg  atggaaactg  caaagcttga  gtgcagaaga
661    ggaaagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg
721    cgaaggcgac  tttctgggct  gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag
781    gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgaatg  ctaggtgtta  ggggtttcga
841    tacccttggt  gccgaagtta  acacattaag  cattccgcct  ggggagtacg  gtcgcaagac
901    tgaaactcaa  aggaattgac  ggggacccgc  acaagcagtg  gagtatgtgg  tttaattcga
961    agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catcccatgc  aagcattaga  gataggcctt
1021   cttcggaaca  ggagacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg
1081   ttaagtcccg  caacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc  agcactttgg  gtgggcactc
1141   taggatgact  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc
1201   cttatgacct  gggctacaca  cgtactacaa  tggccgatac  aacgggaagc  gaaaccgcga
1261   ggtggagcca  atcctatcaa  agtcggtctc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc
1321   atgaagtcgg  aattgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggt
1381   cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttacaaca  cccgaagccg  gtggggtaac
1441   ccgcaaggga  gccagccgtc  gaaggtgggg  tagatgattg  gggtgaagtc  gtaacaaggt
1501   agccgat
```

598. *Paenibacillus macerans*（浸麻类芽胞杆菌）

【**种类编号**】3-57-86。*Paenibacillus macerans*（Schardinger，1905）Ash et al.，1994，

comb. nov.（浸麻类芽胞杆菌）= *Bacillus macerans* Schardinger，1905。**★模式菌株：**ATCC 8244 = CCM 2012 = BCRC（formerly CCRC）14680 = CCUG 7423 = CFBP 4253 = CIP 66.19 = DSM 24 = HAMBI 636 = HAMBI 1958 = IAM 12467 = IFO（now NBRC）15307 = JCM 2500= KCTC 1822 = LMG 6324 = LMG 13281 = NCCB 48019 = NCIMB 9368（formerly NCDO 1764）= NCTC 6355 = NRRL B-172 = NRRL B-394 = NRRL B-4267 = VKM B-506。**★16S rRNA 基因序列号：**AB073196。异名：*Aerobacillus macerans*（Schardinger，1905）Donker，1926，*Zymobacillus macerans*（Schardinger，1905）Kluyver and van Niel，1936，*Bactrillummacerans*（Schardinger，1905）Pribram，1933。**★种名释意：***macerans* 为浸泡之意，故其中文名称为浸麻类芽胞杆菌（L. part. adj. *macerans*，softening by steeping，retting）。

【种类描述】★菌株来源：主要生境为植物材料的堆肥，少数分布于寡营养的土壤。**★形态特征：**在 NA 培养基上的菌落薄、圆形、扩展。**★生理特性：**兼性厌氧。**★生化特性：**硝酸盐被还原为亚硝酸盐。在厌氧条件下具有固氮活性。能利用淀粉产生结晶糊精。葡萄糖发酵的早期阶段可以产生乙醇和乙酸，之后甲酸和乙酸消失并产生 H_2 和 CO_2，产生丙酮。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 52 mol%～53 mol%（T_m）。16S rRNA 基因序列如下。

1 cgaacgctgg cggcgtgcct aatacatgca agtcgagcgg acctgatgga gtgcttgcac
61 tcctgatggt tagcggcgga cgggtgagta acacgtaggc aacctgcccg taagaccggg
121 ataactaccg gaaacggtag ctaataccgg ataatcaagt cttccgcatg ggagncttgg
181 gaaaggcgga gcaatctgtc acttacggat gggcctgcgg cgcattagct agttggtggg
241 gtaacggctc accaaggcga cgatgcgtag ccgacctgag agggtgaacg gccacactgg
301 gactgagaca cggcccagac tcctacggga ggcagcagta gggaatcttc cgcaatggac
361 gaaagtctga cggagcaacg ccgcgtgagt gatgaaggtt ttcggatcgt aaagctctgt
421 tgccagggaa gaacgtcttn tggagtaact gccangagag tgacggtacc tgagaagaaa
481 gccccggcta actacgtgcc agcagccgcg gtaatacgta gggggcaagc gttgtccgga
541 attattgggc gtaaagcgcg cgcaggcggc tgtttaagtc tggtgtataa tcctggggct
601 caactccggg tcgcactgga aactggacgg cttgagtgca gaagaggaga gtggaattcc
661 acgtgtagcg gtgaaatgcg tagagatgtg gaggaacacc agtggcgaag gcgactctct
721 gggctgtaac tgacgctgag gcgcgaaagc gtggggagca aacaggatta gataccctgg
781 tagtccacgc cgtaaacgat gagtgctagg tgttaggggt ttcgataccc ttggtgccga
841 agtaaacaca ttaagcactc cgcctgggga gtacggccgc aaggctgaaa ctcaaaggaa
901 ttgacgggga cccgcacaag cagtggagta tgtggtttaa ttcgaagcaa cgcgaagaac
961 cttaccaggt cttgacatcc ctctgaccgc tgtagagata tggctttcct tcgggacaga
1021 ggagacaggt ggtgcatggt tgtcgtcagc tcgtgtcgtg agatgttggg ttaagtcccg
1081 caacgagcgc aacccttgac tttagttgcc agcaagtaaa gttgggcact ctagagtgac
1141 tgccggtgac aaaccggagg aaggtgggga tgacgtcaaa tcatcatgcc ccttatgacc
1201 tgggctacac acgtactaca atggccggta caacgggaag cgaagtcgtg anatggagcg
1261 aatcctagaa aagccggtct cagttcggat tgcaggctgc aactcgcctg catgaagtcg
1321 gaattgctag taatcgcgga tcagcatgcc gcggtgaata cgttcccggg tcttgtacac
1381 accgcccgtc acaccacgag agtttacaac acccgaagtc ggtgaggtaa ccgcaagggg
1441 ccagccgccg aaggtggggt agatgattgg ggtgaagtcg taacaaggta gccgtatcgg

1501　aagg

599. *Paenibacillus macquariensis*（马阔里类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-87。*Paenibacillus macquariensis*（Marshall and Ohye，1966）Ash et al.，1994，comb. nov.（马阔里类芽胞杆菌）= *Bacillus macquariensis* Marshall and Ohye，1966。★模式菌株：ATCC 23464 = CCUG 37394 = CIP 103269 = DSM 2 = LMG 6935 = NCTC 10419 = NRRL B-14306。★16S rRNA 基因序列号：X60625。★种名释意：*macquariensis* 为马阔里岛之意，故其中文名称为马阔里类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *macquariensis*，pertaining to Macquarie Island）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ATCC 23464^T 分离自马阔里岛土壤里。★形态特征：营养生长期细胞为革兰氏阴性，能运动，杆状（圆末端）[0.5 μm ×（4～6）μm]。芽胞椭圆形，次端生。在 NA 培养基平板上 20℃培养 4 d 的菌落小、离散、不透明、光滑、边缘半透明且有毛边，直径为 0.5～1.0 mm。在 NA 培养基斜面上稀少，灰白色-白色，光滑，半透明至微不透明。★生理特性：20℃培养 7 d 后葡萄糖液体培养基的 pH 为 5.4～5.8。在含 2% NaCl 时能生长，但含 5% NaCl 时不能生长。在 1/1 000 000 结晶紫中不能生长。最适生长温度为 15～20℃，30℃时不能生长。★生化特性：不产吲哚。由下列物质产酸但不产气：葡萄糖、木糖、核糖、半乳糖、乳糖、蔗糖、麦芽糖、水杨苷和甘露醇。V-P 反应、硝酸盐还原和脲酶为阴性。过氧化氢酶为阳性。不能水解淀粉和明胶。不能还原甲基蓝。★化学特性：主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$，主要呼吸醌为 MK-7。★分子特性：DNA 的 G+C 含量约为 42 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gagagtttga  tcctggctca  ggacgaacgc  tngcggcatg  cctcatacat  gcaagtcgag
61    cggagttntt  ttgaaagctt  gctttcgaaa  cnacttagcg  gcggacgggt  gagtaacacg
121   taggtaacct  gcctgtaaga  ctgggataac  taccggaaac  ggtagctaat  accggataat
181   ttgtttcttc  tcatgaagag  acactgaaag  gcggagtaat  ctgccactta  tagatgggcc
241   tgcggcgcat  tagctagttg  gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac
301   ctnagagggt  gaacggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag
361   cagtagggaa  tcttccgcaa  tggacgaaag  tctgacggag  caatgccgcg  tgagtgatga
421   aggttttcgg  atcgtaaagc  tctgttgcca  gggaagaacg  cttgggagag  taactgctct
481   caaggtgacg  gtacctgaga  agaaagcccc  ggctnactnc  gtgccagcag  ccgcggtaat
541   acgtaggggg  caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggtcattt
601   aagtctggtg  tttaatccgg  ggctcaaccc  cgggtcgcac  tggaaactgg  atgacttgag
661   tacagaagag  gagagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagata  tgtggaggaa
721   caccagtggc  gaaggcgact  ctctgggctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg
781   agcaaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttag
841   gggtttcgat  acccttggtg  ccgaagttaa  cacattaagc  actccgcctg  gggagtacgg
901   tcgcaagact  gaaactcaaa  ggaattgacg  gggacccgca  caagcagtgg  agtatgtggt
961   ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atccctctga  atccactaga
1021  gatagtggcg  gccttcggga  cagaggagac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt
1081  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tatatttagt  tgccagcaca
1141  ttatggtggg  cactctagat  agactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt
```

```
1201    caaatcatca   tgcccсttat   gacctgggct   acacacgtac   tacaatggcc   ggtacaacgg
1261    gctgcgaaat   cgcgagatgg   agccaatccc   accaaagccg   gtctcagttc   ggattgcagg
1321    ctgcaacccg   cctgcatgaa   gtcggaattg   ctagtaatcg   cggatcagca   tgccgcggtg
1381    aatacgttcc   cgggtcttgt   acacaccgcc   cgtcacacca   cgagagttta   caacaccc
```

600. *Paenibacillus marinisediminis*（海洋沉积物类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-88。*Paenibacillus marinisediminis* Lee et al.，2014，sp. nov.（海洋沉积物类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**LHW35 = KACC 16317 = JCM 17886。**★16S rRNA 基因序列号：**JF748731。**★种名释意：***marinisediminis* 中 *marinus* 为海洋之意，*sedimen* 为沉积物之意，故其中文名称为海洋沉积物类芽胞杆菌（ma.ri.ni.se.di′mi.nis. L. adj. *marinus*，of or belonging to the sea，marine；L. n. *sedimen -inis*，sediment；N.L.gen. n. *marinisediminis*，of marine sediment）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 LHW35^T 分离自韩国南部海岸的海洋沉积物。**★形态特征：**革兰氏阴性，不运动，形成芽胞，杆状［（1.0～1.3）μm ×（0.4～0.5）μm］。在 BHIA 培养基上的菌落浅黄色，圆形，直径为 2～5 mm。**★生理特性：**可以在 PPLOA、BHIA、哥伦比亚琼脂和 MA 培养基上生长。生长温度为 25～45℃（最适 37℃）。生长 pH 为 4.0～8.0（最适 6.0）。生长 NaCl 浓度为 0～3%（w/v）（最适 0%）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解 DNA、吐温 20，但不能水解淀粉、羧甲基纤维素或酪氨酸。API ZYM 分析结果显示，下列酶活性为阳性：酯酶（C8）、酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、β-半乳糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶。下列酶活性为阴性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。API 20NE 分析结果表明，β-葡萄糖苷酶（七叶苷水解）和 β-半乳糖苷酶（PNPG 水解）为阳性，下列反应为阴性：硝酸盐还原、产吲哚、D-葡萄糖发酵、L-精氨酸双水解酶、脲酶和蛋白酶（明胶水解）。不能利用 D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-甘露糖、D-甘露醇、N-乙酰-葡萄糖胺、D-麦芽糖、葡萄糖酸钾、癸酸、乙二酸、L-苹果酸、柠檬酸三钠和苯乙酸。Biolog GN 分析结果显示，能水解 α-环糊精、糊精、D-果糖、α-D-葡萄糖、α-D-乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、D-蜜二糖、肌苷和尿苷，但不能水解糖原、吐温 40、吐温 80、N-乙酰-D-葡萄糖胺、核糖醇、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、D-纤维二糖、赤藓糖醇、L-岩藻糖、D-半乳糖、苦杏仁糖、肌醇、乳果糖、D-甘露醇、β-甲基-D-葡萄糖苷、D-阿洛酮糖、D-棉籽糖、L-鼠李糖、D-山梨醇、蔗糖、D-海藻糖、松二糖、木糖醇、丙酮酸甲酯、琥珀酸单甲酯、乙酸、顺式乌头酸、柠檬酸、甲酸、D-半乳糖酸内酯、D-半乳糖醛酸、D-葡萄糖酸、D-氨基葡萄糖酸、D-葡萄糖醛酸、α-羟基丁酸、β-羟基丁酸、γ-羟基丁酸、*p*-羟基-苯乙酸、亚甲基丁二酸、α-酮基丁酸、α-酮戊二酸、α-酮基缬草酸、D，L-乳酸、丙二酸、丙酸、奎尼酸、D-葡糖二酸、癸二酸、琥珀酸、溴代琥珀酸（丁二酸）、葡萄糖醛酰胺、L-氨基丙酰胺、D-丙氨酸、L-丙氨酸、L-丙氨酰甘氨酸、L-天冬酰胺、L-天冬氨酸、L-谷氨酸、甘氨酰-L-天冬氨酸、甘氨酰-L-谷氨酸、L-组氨酸、L-羟脯氨酸、L-亮氨酸、L-鸟氨酸、L-苯丙氨酸、L-脯氨酸、L-焦谷氨酸、D-丝氨酸、L-丝氨酸、L-苏氨酸、D，L-肉碱、γ-氨基丁酸、

咪唑丙烯酸、胸苷、苯乙胺、腐胺、2-乙醇胺、2，3-丁二醇、甘油、D，L-α-甘油磷酸、α-D-葡萄糖-1-磷酸和 D-葡萄糖-6-磷酸。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。多胺为亚精胺。细胞壁肽聚糖为 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。极性脂是磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油和未知的氨基磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45.0 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，菌株 LHW35^T 与 *P. taiwanensis* G-soil-2-3^T 的同源性为 97.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg cagtcgagcg aacttgatgg agtgcttgca
61    ctcctgaagg ttagcggcgg acgggtgagt aatacgtagg taacctgcct gtaagactgg
121   gataacccac ggaaacgtga gctaataccg gataggcgag actcccgcat gggggattcg
181   agaaaggcgg agcaatctgc cacttacaga tggacctacg gcgcattagc tagttggcgg
241   ggtaacggcc caccaaggcg acgatgcgta gccgacctga gagggtgatc ggccacactg
301   ggactgagac acggcccaga ctcctacggg aggcagcagt agggaatctt ccgcaatgga
361   cgcaagtctg acggagcaac gccgcgtgag tgatgaaggc cttcgggtcg taaagctctg
421   ttgccaggga agaacggctt ggagagtaac tgctccaaga gtgacggtac ctgagaagaa
481   agccccggct aactacgtgc cagcagccgc ggtaatacgt agggggcaag cgttgtccgg
541   aattattggg cgtaaagcgc gcgcaggcgg taatgtaagt tgggtgttta aacctagggc
601   tcaaccttgg gtcgcaccca aaactgcatc acttgagtgc agcagaggaa agtggaattc
661   cacgtgtagc ggtgaaatgc gtagagatgt ggaggaacac cagtggcgaa ggcgactttc
721   tgggctgtaa ctgacgctga ggcgcgaaag cgtgggtagc aaacaggatt agataccctg
781   gtagtccacg ccgtaaacga tgaatgctag gtgttagggg tttcgatacc cttggtgccg
841   aagttaacac attaagcatt ccgcctgggg agtacggtcg caagactgaa actcaaagga
901   attgacgggg acccgcacaa gcagtggagt atgtggttta attcgaagca acgcgaagaa
961   ccttaccagg tcttgacatc cttctgaccg tcctagagat agggcttccc ttcggggcag
1021  aagagacagg tggtgcatgg ttgtcgtcag ctcgtgtcgt gagatgttgg gttaagtccc
1081  gcaacgagcg caacccctaa tattagttgc cagcattcag ttgggcactc taatgtgact
1141  gccggtgaca aaccggagga aggtggggat gacgtcaaat catcatgccc cttatgacct
1201  gggctacaca cgtactacaa tggtcggtac aacgggaagc gaagccgcga ggtggagcca
1261  atccttataa gccgatctca gttcggattg caggctgcaa ctcgcctgca tgaagtcgga
1321  attgctagta atcgcggatc agcatgccgc ggtgaatacg ttcccgggtc ttgtacacac
1381  cgcccgtcac accacgagag tttacaacac ccgaagtcgg tggggtaacc gcaaggagcc
1441  agccgccgaa ggtggggtag atgattgggg tgaagtcgta ac
```

601. *Paenibacillus marinum*（海洋类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-89。*Paenibacillus marinum* Bouraoui etal.，2013，sp. nov.（海洋类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**THE-22 = DSM 18499 = LMG 23758。**★16S rRNA 基因序列号：**FR865169。**★种名释意：***marinum* 为海洋之意，故其中文名称为海洋类芽胞杆（ma.ri′num. L. neut. adj. *marinum*，belonging to the sea，marine）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 THE-22^T 分离自突尼斯地中海 Ain Echefa 温泉。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，形成芽胞，兼性厌氧，微弯曲杆状［（0.5～1.0）μm ×（3.0～5.0）μm］，单生，少数形成链状。芽胞椭圆形，端生，胞子囊膨大。在 TSB 培养基上生长 24 h 的菌落圆形，凸起，白色，直径为 1～3 mm。**★生理特性：**兼性厌氧。嗜热，生

长温度为 40～65℃，最适 55℃。生长 pH 为 5～11，最适 pH 7～8。NaCl 浓度为 0～5%，最适为 1%（w/v）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。产 H_2S 和吲哚。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。能水解淀粉、明胶和七叶苷，不能水解酪蛋白。可利用 D-葡萄糖、麦芽糖、D-核糖、D-木糖、甲基-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-果糖、D-甘露糖、D-甘露醇、N-乙酰-葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、D-麦芽糖、D-乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖、苦杏仁糖、松二糖、D-阿糖醇、葡萄糖酸、甲基-甘露糖苷和甲基-葡萄糖苷。API ZYM 分析结果显示，下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、α-胰凝乳蛋白酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-吡喃葡萄糖苷酶和 β-氨基葡萄糖苷酶。下列酶活性为阴性：精氨酸双水解酶、脲酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、α-甘露糖苷酶、α-岩藻糖苷酶、缬氨酸芳基酰胺酶和半胱氨酸芳基酰胺酶。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$（34.46%）、$C_{16:0}$（19.64%）、anteiso-$C_{15:0}$（19.18%）和 anteiso-$C_{17:0}$（18.11%）。主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 THE-22^T 与 *P. phyllosphaerae* PALXIL04^T 的同源性为 95.8%。DNA 的 G+C 含量为 56 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61     ggagctgttc  cttcggggac  ggcttagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  aggcaacctg
121    cctgcaagac  cgggataaca  tccggaaacg  gatgctaata  ccggatatgc  ggtctcctcg
181    catgagggga  ccgggaaaga  cggcgcaagc  tgtcacttgc  agatgggcct  gcggcgcatt
241    agctggttgg  tggggtaacg  gcctaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg
301    atcggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat
361    cttccgcaat  ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgaagaa  ggtcttcgga
421    tcgtaaagct  ctgttgccag  ggaagaacgc  cagggagagt  aactgctcct  tgggtgacgg
481    tacctgagaa  gaaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc
541    aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggcggtgta  agtcaggtgt
601    ttaagctcgg  ggctcaaccc  cgattcgcac  ctgaaactgc  atggcttgag  tgcagcagag
661    gaaagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc
721    gaaggcgact  ttctgggctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg
781    attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgaatgc  taggtgtcag  gggtttcgat
841    gcccttggtg  ccgaagttaa  cacattaagc  attccgcctg  gggagtacgc  tcgcaagagt
901    gaaactcaaa  ggaattgacg  gggacccgca  caagcagtgg  agtatgtggt  ttaattcgaa
961    gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atccctctga  atgtcctaga  gatagggcag
1021   gccttcggga  cagaggagac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt
1081   tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgattttagt  tgccagcacg  taaaggtggg
1141   cactctgaaa  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggcg  gggatgacgt  caaatcatca
1201   tgccccttat  gacctgggct  acacacgtac  tacaatggcc  ggtacaacgg  gaagcgaagg
1261   agcgatccgg  agcgaatcct  caaaagccgg  tctcagttcg  gattgcaggc  tgcaactcgc
1321   ctgcatgaag  tcggaattgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc
1381   gggtcttgta  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagtttac  aacacccgaa  gtcggtgggg
1441   taaccgcaag  gagccagccg  ccgaaggtgg  ggtagatgat  tggggtgaag  tcgtaacaag
```

1501	gtagccgtat	cggaaggtgc	ggctggatca	cctcct

602. *Paenibacillus massiliensis*（马赛类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-90。*Paenibacillus massiliensis* Roux and Raoult，2004，sp. nov.（马赛类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**2301065 = CCUG 48215 = CIP 107939。**★16S rRNA 基因序列号：**AY323608。**★种名释意：***massiliensis* 意为模式菌株分离自法国马赛，故其中文名称为马赛类芽胞杆菌（L. masc. adj. *massiliensis*，pertaining to Massilia，the Roman name for Marseille，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 2301065^T 分离自医院血液培养物。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［0.5 μm ×（2.0～4.0）μm］，依靠周生鞭毛运动。产芽胞、胞囊膨大。在常规培养基上 30℃培养 24 h，菌落扁平，半透明，灰棕色。**★生理特性：**最适生长温度为 30～37℃，50℃时不生长。菌株可在 NaCl 浓度为 5.0%（w/v）的条件下生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐可还原成亚硝酸盐，但不水解明胶。由下列化物质可产酸：甘油、阿拉伯糖、半乳糖、核糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、甘露糖醇、苦杏仁糖、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、海藻糖、蔗糖、棉籽糖、淀粉、糖原和龙胆二糖。在下列化合物中不产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、D-木糖、L-木糖、核糖醇、甲基-β-D-木糖苷、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、D-甘露糖苷、N-乙酰氨基葡萄糖、菊糖、松三糖、木糖醇、D-松二糖、D-木糖、D-己酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸。**化学特征：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{14:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量未报道。菌株 2301065^T 与 *Paenibacillus* 的 16S rRNA 基因序列同源性为 87.6%～94.4%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc	ggacttgatg	gagagcttgc
61	tctcctgatg	gttagcggcg	gacgggtgag	taacacgtag	gcaacctgcc	ctttggactg
121	ggataactac	cggaaacggt	agctaatacc	agataattca	cttyttcgca	tggagaagtg
181	aggaaagacg	gagcaatctg	tcaccggagg	atgggcctgc	ggcgcattag	ctagttggag
241	aggtaacggc	tccccaaggc	gacgatgcgt	agccgacctg	agagggtgat	cggccacact
301	gggactgaga	cacggcccag	actcctacgg	gaggcagcag	tagggaatct	tccgcaatgg
361	gcgaaagcct	gacggagcaa	cgccgcgtga	gtgatgaagg	ttttcggatc	gtaaagctct
421	gttgccaagg	aagaacgtcc	ttaagagtaa	ctgcttaagg	agtgacggta	cttgagaaga
481	aagccccggc	taactacgtg	ccagcagccg	cggtaatacg	tagggggcaa	gcgttgtccg
541	gaattattgg	gcgtaaagcg	cgcgcaggcg	gtcatttaag	tctggtgttt	aagcccgggg
601	ctcaaccccg	gatcgcacgg	gaaactggat	gacttgagtg	cagaagagga	gagtggaatt
661	ccacgtgtag	cggtgaaatg	cgtagagatg	tggaggaaca	ccagtggcga	aggcgactct
721	ctgggctgta	actgacgctg	aggcgcgaaa	gcgtggggag	caaacaggat	tagataccct
781	ggtagtccac	gccgtaaacg	atgagtgcta	ggtgttaggg	gtttcgatac	ccttggtgcc
841	gaagttaaca	cattaagcac	tccgcctggg	gagtacggtc	gcaagactga	aactcaaagg
901	aattgacggg	gacccgcaca	agcagtggag	tatgtggttt	aattcgaagc	aacgcgaaga
961	accttaccag	gtcttgacat	ctgaatgacc	ggatcagaga	tgatcctttc	cttcgggaca
1021	ttcaagacag	gtggtgcatg	gttgtcgtca	gctcgtgtcg	tgagatgttg	ggttaagtcc

1081 cgcaacgagc gcaacccttg accttagttg ccagcacttc gggtgggcac tctagggtga
1141 ctgccggtga caaaccggag gaaggtgggg atgacgtcaa atcatcatgc cccttatgac
1201 ctgggctaca cacgtactac aatggctggt acaacgggaa gcgaagccgc gaggtggagc
1261 caatcctaaa aagccagtct cagttcggat tgcaggctgc aactcgcctg catgaagtcg
1321 gaattgctag taatcgcgga tcagcatgcc gcggtgaata cgttcccggg tcttgtacac
1381 accgcccgtc acaccacgag agtttacaac acccgaagtc ggtggggtaa ccgcaaggag
1441 ccagccgccg aaggtggggt agatgattgg ggtgaagtcg taacaaggta gccgttgggg
1501 tg

603. *Paenibacillus mendelii*（孟德尔类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-91。*Paenibacillus mendelii* Smerda et al.，2005，sp. nov.（孟德尔类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**C/2 = CCM 4839 = LMG 23002。**★16S rRNA 基因序列号：**AF537343。**★种名释意：***mendelii* 意为 Mendel，旨在纪念著名遗传学家孟德尔，故其中文名称为孟德尔类芽胞杆菌（N.L. gen. n. *mendelii*，of Mendel，to honour J.G. Mendel，the founder of genetics）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 C/2^T 分离自表面消毒的豌豆种子。**★形态特征：**细胞棒状，革兰氏可变。需氧或兼性厌氧。芽胞椭圆形，近端生，胞囊膨大。在营养琼脂平板上菌落圆形，光滑，扁平，明亮，半透明，边缘完整，直径为 1～2 mm。**★生理特性：**最适生长温度为 25～30℃，50℃时不生长。菌株可在 NaCl 浓度为 5.0%（w/v）的条件下生长。对下列抗生素敏感：红霉素、四环素、万古霉素、头孢菌素和哌拉西林。耐克林霉素和氯霉素。**★生化特性：**在厌氧和 pH 为 8.5 的条件下，过氧化氢酶、氧化酶、卵磷脂、β-半乳糖苷和七叶苷的水解等反应为阳性。由下列化合物可产酸：甘油、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、甲基-β-木糖苷、半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、鼠李糖、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、松三糖、D-棉籽糖、β-龙胆二糖、D-松二糖、L-海藻糖、5-酮基葡萄糖酸。产 3-羟基丁酮和吲哚反应为阴性，可利用柠檬酸盐、精氨酸双水解酶和 DNA 酶，可水解酪蛋白、淀粉、马尿酸盐、尿素、明胶、吐温 80 和酪氨酸。硝酸盐不可还原成亚硝酸盐。可利用 L-木糖、核糖醇、D-甘露糖、L-山梨糖、半乳糖醇、肌醇、甘露糖醇、山梨糖醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰氨基葡萄糖、苦杏仁苷、熊果苷、菊糖、淀粉、糖原、木糖醇、D-木糖、D-己酮糖、D-海藻糖、D-阿拉伯糖醇、L-阿拉伯糖醇、葡萄糖酸或 2-酮葡萄糖酸。**化学特征：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 50.8 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 C/2^T 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus phyllosphaerae*（94.0%）的亲缘关系最近。而且，DNA-DNA 杂交关联度可以将 C/2^T 与 *Paenibacillus* 的其他种类区分开来。16S rRNA 基因序列如下。

1 agagtttgat cctggctcag gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc
61 gaatttcatt gaaagcttgc tttcaatgga gttagcggcg gacgggtgag taacacgtag
121 gtaacctgcc tacaagactg ggataacatt cggaaacgaa tgctaatacc ggatacgcaa
181 tttcctcgca tgagggaatt gggaaaggcg gagcaatctg ccacttgtag atggacctgc
241 ggcgcattag ctagttggtg gggtaacggc tcaccaaggc gacgatgcgt agccgacctg
301 agagggtgat cggccacact gggactgaga cacggcccag actcctacgg gaggcagcag

```
361   tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg
421   ttttcggatc  gtaaagctct  gttgccaggg  aagaacaact  aggagagtaa  ctgctcttag
481   tgtgacggta  cctgagaaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
541   tagggggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gctttgtaag
601   tctggtgttt  aagctcgggg  ctcaaccccg  atacgcatcg  gaaactgcga  ggcttgagta
661   cagaagagga  aagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca
721   ccagtggcga  aggcgacttt  ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag
781   caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgaatgcta  ggtgttaggg
841   gtttcgatac  ccttggtgcc  gaagttaaca  cattaagcat  tccgcctggg  gagtacgctc
901   gcaagagtga  aactcaaagg  aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt
961   aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  ccctctgacc  ggtctagaga
1021  taggcctttc  cttcgggaca  gaggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1081  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  attttagttg  ccagcatgta
1141  atgatgggca  ctctagaatg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggcggg  gatgacgtca
1201  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtacta  caatggccgg  tacaacgggc
1261  tgcgaaaccg  cgaggtggag  cgaatcccaa  caaagccggt  ctcagttcgg  attgcaggct
1321  gcaactcgcc  tgcatgaagt  cggaattgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa
1381  tacgttcccg  ggtcttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttaca  acacccgaag
1441  tcggtggggt  aacccgcaag  ggagccagcc  gccgaaggtg  gggtagatga  ttggggtgaa
1501  gtcgtaacaa  ggtaaccgta  tcggaaggtg  cggctggatc  acc
```

604. *Paenibacillus montaniterrae*（山土类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-92。*Paenibacillus montaniterrae* Khianngam et al.，2009，sp. nov.（山土类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MXC2-2 = KCTC 13036 = PCU 281 = TISTR 1836。**★16S rRNA 基因序列号：**AB295646。**★种名释意：***montaniterrae* 中 *montanus* 为山之意，*terra* 为土之意，故其中文名称为山土类芽胞杆菌（L. adj. *montanus*，of a mountain；L. n. *terra*，soil；N.L. gen. n. *montaniterrae*，of mountain soil，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MXC2-2^T 分离自泰国北部的山区土壤。**★形态特征：**革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［（0.5～0.8）μm×（2～11）μm］，形成芽胞，中生或次端生，胞囊膨大。**★生理特性：**生长温度为 15～50℃、pH 为 7.0～9.0。菌株可在 3.0%～5.0%（w/v）NaCl 浓度条件下生长。菌株在 pH 5～6，温度为 55～60℃时不生长。**★生化特性：**V-P 反应中脲酶和七叶苷、淀粉和吐温 80 的水解反应为阳性。过氧化氢酶、氧化酶、甲基红试验、DNA 酶、产吲哚、在西蒙氏柠檬酸和 TSI 琼脂生长、硝酸盐还原、二羟基丙酮的生产及水解 L-精氨酸、酪蛋白、明胶和 L-酪氨酸等反应为阴性。由下列物质可产酸：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、甘油、糖原、龙胆二糖、菊糖、D-乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、蜜二糖、甲基-β-木糖苷、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、水杨苷、淀粉、蔗糖、海藻糖、松二糖和 D-木糖。由下列物质不产酸：N-乙酰葡萄糖胺、D-核糖醇、熊果苷、D-阿拉伯糖、D-阿糖醇或 L-阿糖醇、赤藓糖醇、半乳糖醇、D-海藻糖或 L-海藻糖、葡萄糖酸盐、2-酮葡萄糖酸或 5-酮葡萄糖酸、肌醇、松三糖、甲基-D-甘露糖苷、D-木糖、甲基-D-葡萄糖苷、D-山梨糖醇或 L-山梨糖醇、L-木糖、木糖

醇或 D-己酮糖。**化学特征**：主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性**：菌株 DNA 的 G+C 含量为 48.8 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 S5-3^{T}、X13-1^{T} 和 MXC2-2^{T} 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus granivorans* A30^{T} 和 *Paenibacillus agaridevorans* DSM 1355^{T} 的同源性为 94.7%～98.6%，而这三个菌株之间的 16S rRNA 基因序列同源性为 96.3%～98.4%。因此，菌株 S5-3^{T}、X13-1^{T} 和 MXC2-2^{T} 属于 *Paenibacillus* 的三个新种，分别命名为 *Paenibacillus siamensis* sp. nov.（S5-3^{T}）、*Paenibacillus septentrionalis* sp. nov.（X13-1^{T}）和 *Paenibacillus montaniterrae* sp. nov.（MXC2-2^{T}）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggcaccccgg  ggggccttaa  acccccatcg  agggaagtag  attttattgg  accctgagac
61    ttagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtagg  taacctgccc  ataagaccgg  gataacattc
121   ggaaacggat  gctaataccg  gatacgcgat  tctctcgcat  gagggagttg  ggaaaggcgg
181   agcaatctgt  cacttatgga  tggacctgcg  gcgcattagc  tagttggtga  ggtaacggct
241   caccaaggcg  acgatgcgta  gccgacctga  gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac
301   acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt  ccgcaatgga  cgaaagtctg
361   acggagcaac  gccgcgtgag  tgatgaaggt  tttcggatcg  taaagctctg  ttgccaggga
421   agaacgctag  agagagtaac  tgctctttag  gtgacggtac  ctgagaagaa  agccccggct
481   aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  agggggcaag  cgttgtccgg  aattattggg
541   cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  ttgattaagt  ctggtgttta  aggctatggc  tcaaccatag
601   ttcgcactgg  aaactggttg  acttgagtgc  agaagaggaa  agtggaattc  cacgtgtagc
661   ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactttc  tgggctgtaa
721   ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg
781   ccgtaaacga  tgaatgctag  gtgttagggg  tttcgatacc  cttggtgccg  aagttaacac
841   attaagcatt  ccgcctgggg  agtacggtcg  caagactgaa  actcaaagga  attgacgggg
901   acccgcacaa  gcagtggagt  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg
961   tcttgacatg  cctctgaccg  ctctagagat  agagcttctc  ttcggaggca  ggggacacag
1021  gtggtggcat  ggttgtcgtc  agctcctgtc  gagagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag
1081  cgcaacccct  aatgttagtt  gccagcaggt  agagctgggc  actctaacgt  gactgccggt
1141  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta
1201  cacacgtact  acaatggcca  gtacaacggg  aagcgaagtc  gcgagatgga  gccaatcctc
1261  aaaagctggt  ctcagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagt  cggaattgct
1321  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggtcttgtac  acaccgcccg
1381  tcacaccacg  agagtttaca  acacccgaag  ccggtggggt  aacccgcaag  ggagccagcc
1441  gtacgaaggt  ggggtagatg  attggg
```

605. *Paenibacillus motobuensis*（本部类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-93。*Paenibacillus motobuensis* Iida et al.，2005，sp. nov.（本部类芽胞杆菌）。**★模式菌株**：MC10 = CCUG 50090 = GTC 1835 = JCM 12774。**★16S rRNA 基因序列号**：AY741810。**★种名释意**：*motobuensis* 意为模式菌株分离自日本本部町，故其中文名称为本部类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *motobuensis*，pertaining to Motobu in Okinawa，Japan，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MC10^{T} 分离自日本冲绳本部町的堆肥机器上的土壤

中。★**形态特征：**细胞杆状［（1.0～3.0）μm×（0.6～1.0）μm］，依靠周生鞭毛运动，兼性厌氧，菌体革兰氏阴性，但细胞壁结构是革兰氏阳性。芽胞椭圆形，端生。菌落圆形，扁平，光滑，不透明，白色。★**生理特性：**生长温度为20～55℃，最适生长温度为37℃；pH为6.0～8.0，最适为8.0。菌株可在5.0%（w/v）NaCl浓度条件下生长，但在10.0%（w/v）NaCl浓度下生长受到抑制。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶反应为阳性。V-P反应为阴性，硝酸盐被还原成亚硝酸盐。可利用环糊精、β-环糊精、糊精、苦杏仁苷、熊果苷、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、龙胆二糖、D-葡萄糖酸、α-D-葡萄糖、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露糖、甲基-α-D-半乳糖苷、异麦芽酮糖、D-阿洛酮糖、水杨苷、蔗糖、D-海藻糖、松二糖、D-木糖、α-酮基缬草酸、丙酮酸甲酯、2，3-丁二醇、甘油和腺苷。**化学特征：**主要脂肪酸为anteiso-$C_{15:0}$（39.8%）。★**分子特性：**DNA的G+C含量为47.0 mol%。基于16S rRNA基因序列的系统发育分析结果表明，菌株MC10^{T}属于*Paenibacillus*。16S rRNA基因序列如下。

```
1     tgatggagag  cttgctctcc  tgatagttag  cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtaggtaac
61    ctgcctgtaa  gactgggata  actagcggaa  acgttagcta  ataccggata  atttatgttc
121   tcgcatggga  agataatgaa  agacggagca  atctgtcact  tacagatgga  cctgcggcgc
181   attagctagt  tggtggggta  acggctcacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg
241   gtgaacggcc  acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg
301   aatcttccgc  aatggacgaa  agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgagtgat  gaaggttttc
361   ggatcgtaaa  gctctgttgc  cagggaagaa  cgtccggtag  agtaactgct  accggagtga
421   cggtacctga  gaagaaagcc  ccggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggg
481   ggcaagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggctat  ttaagtctgg
541   tgtttaatcc  taaggctcaa  ccttaggtcg  cattggaaac  tgggtagctt  gagtgcagaa
601   gaggagagtg  gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  agatgtggag  gaacaccagt
661   ggcgaaggcg  actctctggg  ctgtaactga  cgctgaggcg  cgaaagcgtg  gggagcaaac
721   aggattagat  accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgaa  tgctaggtgt  taggggtttc
781   gataccсttg  gtgccgaagt  taacacatta  agcattccgc  ctggggagta  cggtcgcaag
841   actgaaactc  aaaggaattg  acggggaccc  gcacaagcag  tggagtatgt  ggtttaattc
901   gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt  gacatccctc  tgaccggtac  agagatgtgc
961   ctttccttcg  ggacagagga  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga
1021  tgttgggtta  agtcccgcaa  cgagcgcaac  ccttgatttt  agttgccagc  actttagggt
1081  gggcactcta  gaatgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag  gcggggatga  cgtcaaatca
1141  tcatgcccct  tatgacctgg  gctacacacg  tactacaatg  gctggtacaa  cgggaagcga
1201  agtcgcgaga  tggagcgaat  cctaaaaagc  cagtctcagt  tcggattgca  ggctgcaact
1261  cgcctgcatg  aagtcggaat  tgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt
1321  cccgggtctt  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtt  tacaacaccc  gaagtcggtg
1381  aggtaaccgc  aaggagccag  ccgccgaagg  tggggtagat  gattggggtg  aagtcgtaac
1441  aaggtagccg  tatcggaagg  tgcggttgga  tcacctcct   a
```

606. *Paenibacillus mucilaginosus*（胶质类芽胞杆菌）

【**种类编号**】3-57-94。*Paenibacillus mucilaginosus*（Avakyan et al.，1998）Hu et al.，2010，comb. nov.（胶质类芽胞杆菌）= *Bacillus mucilaginosus*Avakyan et al.，1998，sp. nov.。

★模式菌株：1480D = CIP 105815 = HSCC 1605 = KCTC 3870 = VKM B-1480D = VKPM B-7519。**★16S rRNA 基因序列号：**AF006077（菌株 1480D），FJ039528（菌株 VKPM B-7519）。**★种名释意：***mucilaginosus* 为黏滑之意，但按约定俗成原则，其中文名称为胶质类芽胞杆菌（mu.ci.la.gi.no′sus. L. masc. adj. *mucilaginosus*，slimy）。

【种类描述】★菌株来源：该种在全球广泛分布于土壤，具有解磷解钾活性，农业上广泛用作生物肥。**★形态特征：**细胞壁结构为革兰氏阳性，但染色反应可变，不运动，细胞为规则的杆状，单生，大小为［（1.0～1.2）μm ×（4～7）μm］，细胞外有荚膜。在马铃薯琼脂培养基上的菌落浅灰色、光滑、边缘整齐、湿润、有光泽、直径不超过 0.5 cm。在 Ashby 蔗糖琼脂培养基、含碳水化合物和铵氮的合成培养基上的菌落凸起、半透明、有黏液、边缘整齐、直径为 0.5～1.0 cm。在含氨氮的培养基和马铃薯琼脂培养基上，可形成卵圆形芽胞［（1.0～1.2）μm ×（1.7～2.0）μm］，芽胞上有 9 条纵向山脊状结构，芽胞中生和次端生，胞囊膨大呈纺锤形。无 N 源时不能形成芽胞。**★生理特性：**严格好氧，化能有机营养型。在 NA 或 NG 培养基中不能生长。细胞能抗溶菌酶。生长的温度为 10～45℃。**★生化特性：**过氧化氢酶阳性。不能发酵葡萄糖，不能还原硝酸盐。能水解淀粉，但不能水解明胶。能利用碳水化合物、多元醇和一些有机酸作为碳源和能源。能由多种碳水化合物产酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7（94.1%～95.7%）；肽聚糖类型为 A1γ；主要极性脂是磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油；主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:1\omega11c}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**16S rRNA 序列比对结果表明菌株 VKPK B-7519^{T} 与 *Paenibacillus* 模式代表菌株的同源性为 90.4%～96.4%，与 Bacillaceae 种类的 16S rRNA 同源性小于 88.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       aatgagagtt  tgatcctggc  tcaggacgaa  cgctggcggc  gtgcctaaca  catgcaagtc
61      gagcggagaa  agggtcttta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtaggcaa  cctgcctgta
121     agatgggata  actaccggga  aaccgtagct  aataccggat  agctggtttc  ggttccatgc
181     cggaatcatc  aaacacggcg  caacctgtgg  cttaagtgtg  cgtgcggcgc  attagctagt
241     tggtggcgta  atggccacca  aggcgacgat  gtgtagccga  cctgagagga  tgatcagcca
301     cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acggtaggca  gcagtaggga  atcttccgca
361     atgggcgaaa  gcctgacgga  gcaacgccgc  gtgagtgatg  aaggttttcg  gatcgtaaag
421     ctctgttgcc  agggaagaag  tcgtggagag  taactgctct  gcgaatgacg  gtacctgaga
481     agaaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg  caagcgttgt
541     ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggtctttt  aagtctggtg  tttaagcccg
601     gggctcaacc  cccggttcgc  accggaaact  ggaagacttg  agtgcaggag  aggaaaggga
661     attccgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac  accagtggcg  aaggcggctt
721     tctggactgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcaaacagga  ttagataccc
781     tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aggtgttaga  gggtttccga  tacccttggt
841     gccgaagcaa  acacaataag  cactccgcct  gggagtacgt  cgcaagataa  acttaaagga
901     attgacgggg  accgcacaag  cagtggagta  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac
961     cttaccaggt  cttgacatcc  ctctgaaagc  cctagagata  gggccctcct  tcgggacaga
1021    ggtgacaggt  ggttcatggt  tgtcgtcatc  tcgtgtcgtg  agatgttggg  ttaagtcccg
1081    caacgagcgc  aacccttgac  ttagtgccag  cattgagttg  ggcactctag  agtgactgcc
1141    ggtgacaaac  cggagaaagt  tggggatgac  gtcagatcat  catgcccctt  atgacctggg
1201    ctacacacgt  actacaatgg  ccggtacaac  gggaagcgaa  gttgcgagat  ggagcgaatc
```

1261	cttagaagcc	ggtctcagtt	cggattgcag	gctgcaactc	gcctgcatga	atcggaattg
1321	ctagtaagcg	cggatcagca	tgccgcggtg	aatacgtccc	gggtcttgac	acaccgccct
1381	tcacaccaga	gagtttacaa	caccc			

607. *Paenibacillus nanensis*（难府类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-95。*Paenibacillus nanensis* Khianngam et al.，2009，sp. nov.（难府类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MX2-3 = KCTC 13044 = PCU 276 = TISTR 1828。**★16S rRNA 基因序列号：**AB265206。**★种名释意：***nanensis* 意为模式菌株分离自泰国难府，故其中文名称为难府类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *nanensis*，pertaining to Nan，a province in Thailand，from where the strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MX2-3^T 分离自泰国山区土壤。**★形态特征：**革兰氏阳性、兼性厌氧，菌体杆状［（1.0～1.2）μm ×（3～8）μm］，依靠周生鞭毛运动。形成芽胞，中生或次端生，胞囊膨大。菌落白色、圆形、凸起、边缘完整、直径为 1～3 mm。**★生理特性：**生长温度为 20～45℃（最适为 37℃）、pH 为 6.5～9.0（最适为 7.5），菌株可在 3.0%（w/v）NaCl 浓度条件下生长。菌株在 pH 5～6、温度为 10～15℃、50～60℃、5.0%（w/v）NaCl 浓度条件下不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶和脲酶活性为阳性，可水解七叶苷、淀粉和吐温 80，可发生硝酸盐还原反应。不水解 L-精氨酸、酪蛋白、明胶和 L-酪氨酸，无 DNA 酶活性，甲基红试验为阴性，不产 H_2S 和吲哚，不利用柠檬酸和不产二羟基丙酮。由下列物质产酸：核糖、七叶苷、苦杏仁苷、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、熊果苷、纤维二糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-果糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-半乳糖、龙胆二糖、葡萄糖酸盐、5-酮基葡萄糖酸、D-葡萄糖、N-乙酰葡萄糖胺、甲基-α-D-葡萄糖苷、甘油、糖原、肌醇、菊糖、D-乳糖、D-木糖、甲基-α-D-甘露糖苷、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、D-核糖、水杨苷、D-山梨醇、L-山梨糖、淀粉、D-己酮糖、松二糖、木糖醇、D-木糖、L-木糖和甲基-β-D-木糖苷。在下列化合物中可产酸：2-酮基葡萄糖酸盐、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、L-鼠李糖、海藻糖或蔗糖。**化学特征：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7 。细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 52.9 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 S3-4A^T 和 MX2-3^T 属于 *Paenibacillus*，与亲缘关系最近的 *Paenibacillus agaridevorans* DSM 1355^T 的同源性分别为 97%和 97.3%。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 S3-4A^T 和 MX2-3^T 与 *P. agaridevorans* DSM 1355^T 的关联度较低，为 6.0%～30.3%。16S rRNA 基因序列如下。

1	ggacgaacgc	tggcggcgtg	cctaatacat	gcaagtcgag	cggagctaag	tagaagctcg
61	ctttcgcgat	gcttagcggc	ggacgggtga	gtaacacgta	ggtaacctgc	ctgtaagact
121	gggataacat	tcggaaacga	atgctaatac	cggatacgcg	agttggtcgc	atggccgact
181	cgggaaagac	ggagcaatct	gtcgcttaca	gatggacctg	cggcgcatta	gctagttggt
241	gaggtaacgg	ctcaccaagg	cgacgatgcg	tagccgacct	gagagggtga	tcggccacac
301	tgggactgag	acacggccca	gactcctacg	ggaggcagca	gtagggaatc	ttccgcaatg
361	ggcgaaagcc	tgacggagca	acgccgcgtg	agtgatgaag	gttttcggat	cgtaaagctc
421	tgttgccagg	gaagaacgct	tgggagagta	actgctccca	aggtgacggt	acctgagaag

```
481   aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc
541   ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggttcattaa  gtctggtgtt  taaggctggg
601   gctcaacccc  ggttcgcact  ggaaactggt  gaacttgagt  gcagaagagg  aaagtggaat
661   tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac  accagtggcg  aaggcgactt
721   tctgggctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcaaacagga  ttagataccc
781   tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgaatgct  aggtgttagg  ggtttcgata  cccttggtgc
841   cgaagttaac  acattaagca  ttccgcctgg  ggagtacggt  cgcaagactg  aaactcaaag
901   gaattgacgg  ggacccgcac  aagcagtgga  gtatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag
961   aaccttacca  ggtcttgaca  tccctctgac  cggtctagag  ataggccttt  ccttcgggac
1021  agaggagaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc
1081  ccgcaacgag  cgcaaccctt  atttttagtt  gccagcactt  tgggtgggca  ctctaaagag
1141  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga
1201  cctgggctac  acacgtacta  caatggccag  tacaacggga  agcgaaggag  cgatctggag
1261  ccaatcctat  caaagctggt  ctcagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagt
1321  cggaattgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggtcttgtac
1381  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttaca  acacccgaag  tcggtggggt  aacccgcaag
1441  ggagccagcc  gccgaaggtg
```

608. *Paenibacillus naphthalenovorans*（食萘类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-96。*Paenibacillus naphthalenovorans* Daane et al.，2002，sp. nov.（食萘类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PR-N1 = ATCC BAA-206 = DSM 14203。**★16S rRNA 基因序列号：**AF353681。**★种名释意：***naphthalenovorans* 中 *naphthalenum* 为萘之意，*vorare* 为吃之意，故其中文名称为食萘类芽胞杆菌（L. neut. n. *naphthalenum*，naphtalene；L. v. *vorare*，to devour；N.L. part. adj. *naphthalenovorans*，naphthalene-devouring）。

【种类描述】★菌株来源：以萘或菲作为唯一碳源，从沉积物和盐碱滩植物根际土壤样品中分离到。**★形态特征：**革兰氏阳性，依靠周生鞭毛运动，菌体杆状［0.8 μm×（2.3～4.0）μm］。形成芽胞，胞囊膨大。菌落白色，半透明，黏液状。**★生理特性：**严格好氧。生长温度为 30～37℃（在 10℃或 55℃时不生长），菌株在 3.0%（w/v）NaCl 浓度条件下生长具不定性，在 5.0%（w/v）NaCl 浓度条件下不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，水解酪蛋白为阴性，淀粉水解可变。不水解明胶和 ONPG，不产精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶、H_2S 和吲哚。利用柠檬酸和硝酸盐还原反应是可变的。可产生脲酶和 3-羟基丁酮。由下列物质产酸但不产气：半乳糖、D-葡萄糖、麦芽糖、甘露糖醇、D-甘露糖、蔗糖和海藻糖。利用下列物质可变：D-果糖、蜜二糖、甲基葡萄糖苷、L-山梨糖、D-松二糖和木糖醇。利用下列物质不产酸也不产气：N-乙酰基葡萄糖胺、核糖醇、淀粉、苦杏仁苷、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、熊果苷、纤维二糖、半乳糖醇、赤藓醇、D-海藻糖、L-海藻糖、葡萄糖酸盐、甘油、糖原、肌醇、菊糖、2-酮葡萄糖酸、5-酮-葡萄糖酸盐、乳糖、D-木糖、松三糖、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-β-木糖苷、D-棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、水杨苷、山梨糖醇、D-己酮糖、D-木糖和 L-木糖。**化学特征：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（50%±5%）、iso-$C_{16:0}$（5%±2%）、$C_{16:1\omega11c}$（12%±0%）、$C_{16:0}$（11%±2%）、iso-$C_{17:0}$（2%±8%）和 anteiso-$C_{17:0}$

（6%±5%）。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 49mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 PR-N1^T 属于 *Paenibacillus*，与亲缘关系最近的 *P. validus* 的同源性为 94%。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 PR-N1^T 与 *P. validus* 的关联度仅为 6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       cctagagttt  gatcctggct  caggacgaac  cgctggcggc  gtgcctaata  catgcaagtc
61      gagcgctagg  ggtgctccct  taggggagac  ctcctggagc  ggcggacggg  tgagtaacac
121     gtaggcaacc  tgcctgtaag  accgggataa  ctaccggaaa  cggtagctaa  gaccggatag
181     gtggtttctc  cgcatggagg  gatcaagaaa  cacggtgcaa  gctgtggctt  acagatgggc
241     ctgcggcgca  ttagctagtt  ggtggggtaa  cggctcacca  aggcgacgat  gcgtagccga
301     cctgagaggg  tgatcggcca  cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca
361     gcagtaggga  atcttccgca  atggacgcaa  gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgagtgaag
421     aaggttttcg  gatcgtaaag  ctctgttgcc  aaggaagaac  gccttgggga  gtcactgccc
481     tgagggtgac  ggtacttgag  aagaaagccc  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa
541     tacgtagggg  gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggccgct
601     taagtttggt  gtataagccc  ggggctcaac  cccggatcgc  accgaaaact  gggtggcttg
661     agtgcaggag  aggaaagcgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg
721     aacaccagtg  gcgaaggcgg  ctttctggac  tgtaactgac  gctgaggcgc  gaaagcgtgg
781     ggagcaaaca  ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgagt  gctaggtgtt
841     aggggtttcg  atacccttgg  tgccgaagtc  aacacaataa  gcactccgcc  tggggagtac
901     gctcgcaaga  gtgaaactca  aaggaattga  cggggacccg  cacaagcagt  ggagtatgtg
961     gtttaattcg  aagcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg  acatcccttt  gaccggtaca
1021    gagatgtacc  tttccttcgg  gacagaggag  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt
1081    gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttgagctta  gttgccagca
1141    ttaagttggg  cactctaagt  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt
1201    caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct  acacacgtac  tacaatggcc  ggtacaacgg
1261    gaagcgaagg  agcgatccgg  agcgaatcct  tataagccgg  tctcagttcg  gattgcaggc
1321    tgcaactcgc  ctgcatgaag  tcggaattgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga
1381    atacgttccc  gggtcttgta  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagtttac  aacacccgaa
1441    gtcggtgggg  taaccgcaag  gagccagccg  ccgaaggtgg  ggtagatgat  tggggtgaag
1501    tcgtaagcaa  ggtagccgta  tcggaaggtg  cggctggatc  acctccttaa  a
```

609. *Paenibacillus nematophilus*（食线虫类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-97。*Paenibacillus nematophilus* Enright et al.，2003，sp. nov.（食线虫类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**NEM1a = DSM 13559 = NCIMB 13845。**★16S rRNA 基因序列号：**AF480935。**★种名释意：***nematophilus* 中 *nematoda* 为线虫之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为食线虫类芽胞杆菌［N.L. n. *nematoda*，roundworms，nematodes；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *nematophilus*，nematode-loving］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NEM1a^T 从爱沙尼亚的线虫中分离得到。**★形态特征：**革兰氏阴性（在老的培养基中革兰氏可变），菌体杆状［（0.5～1.0）μm×（3.5～7.0）μm］，运动。芽胞椭圆形，端生或中生，胞囊膨大。在 NA 培养基中生长慢，菌落薄，无色素，

规则，光滑，稍凸起。★**生理特性：**生长温度为 10～37℃（最适为 30℃），在 5℃或 40℃时不生长。pH 为 6.0～11.0，在 pH 为 5.6 时不生长。菌株可在 2.0%（w/v）NaCl 浓度条件下生长，但在 3.0%（w/v）NaCl 浓度条件下不生长。★**生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。与有氧条件相比，厌氧条件下菌体生长和芽胞萌发都较差。在 API 20E 实验中，β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶和脲酶活性为阴性。不可利用柠檬酸。不产硫化氢、吲哚和 NO_2。不水解明胶。V-P 反应为阳性。水解淀粉。不水解酪蛋白和吐温 80。卵黄卵磷脂酶的活性为阴性，在石蕊牛奶中不发生颜色改变。水解七叶苷。在下列化合物中产酸但不产气：D-葡萄糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、淀粉、糖原和龙胆二糖。在 5-酮基-D-葡萄糖酸中缓慢产酸。可利用 D-甘露糖。不可利用下列化合物：甘油、核糖、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、L-木糖、核糖醇、甲基-α-D-木糖苷、半乳糖、果糖、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露糖醇、山梨糖醇、甲基-D-甘露糖苷、乳糖、蜜二糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、木糖醇、D-松二糖、D-木糖、D-己酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸和 2-酮基葡萄糖酸。**化学特征：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。★**分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 44 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 PR-N1^T 与亲缘关系最近的 *P. macquariensis*、*P. azoreducens*、*P. amylolyticus* 和 *P. durus* 的同源性为 89.2%～94%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tagagtttga  tcgtggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61    cgaaggtcta  aaggtgcttg  catcttaaga  gcttagcggc  ggacgggtga  gtaacacgta
121   ggtaacctgc  ctataagact  gggataacga  ccggaaacgg  tagctaatac  cggatagatt
181   gtgctttcgc  atgaaaggac  aaagaaaggc  ggagcaatct  gccacttata  gatgggcctg
241   cggcgcatta  gctagttggt  ggggtaaggg  cttaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct
301   gagagggtga  gcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca
361   gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  agtgaagaag
421   gttttcggat  cgtaaagctc  tgttgccagg  gaagaacgac  ttatagagta  actgctataa
481   gagtgacggt  acctgagaag  aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac
541   gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggtcaattaa
601   gtctggtgta  taacttcggg  gctcaacccc  ggatggcact  ggaaactgaa  tgacttgagt
661   acagaagagg  agagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac
721   accagtggcg  aaggcgactc  tctgggctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga
781   gcgaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgaatgct  aggtgttagg
841   ggtttcgata  cccttggtgc  cgaagttaac  acattaagca  ttccgcctgg  ggagtacggt
901   cgcaagactg  aaactcaaag  gaattgacgg  ggacccgcac  aagcagtgga  gtatgtggtt
961   taattcgaag  caacgcgcag  aaccttacca  ggtcttgaca  tccctttgac  agctttagag
1021  atagagtgtt  cttacgggac  agagagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1081  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaaccctta  actttagttg  ccagcaggtg
1141  aagctgggca  ctctagagtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca
1201  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtacta  caatggccag  tacaacggga
1261  agcgaaatcg  cgagatggag  cgaatcccag  caaagctggt  ctcagttcgg  attgcaggct
1321  gcaactcgcc  tgcatgaagt  cggaattgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa
```

1381	tacgttcccg	ggtcttgtac	acaccgcccg	tcacaccacg	agagtttaca	acacccgaag
1441	tcggtgaggt	aaccgaaagg	agccagccgc	cgaaggtggg	gtagatanaw	wggggttngg
1501	annnncnccc	cccgtaacaa	ggtaacccgt	aa		

610. *Paenibacillus nicotianae*（烟草类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-98。*Paenibacillus nicotianae* Li et al.，2013，sp. nov.（烟草类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**YIM h-19 = CGMCC1.12819 = NRRL B-59112。**★16S rRNA 基因序列号：**KJ792471。**★种名释意：***nicotianae* 意为模式菌株分离自烟草，故其中文名称为烟草类芽胞杆菌（ni.co.ti，a′nae. N. L. gen. n. *nicotianae* of *Nicotiana*，the tobacco plant，from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 YIM h-19^T 从云南昆明的烟草分离得到。**★形态特征：**革兰氏阳性，兼性厌氧，依靠周生鞭毛运动，菌体杆状［（1.2～2.0）μm ×（0.7～1.0）μm］。形成芽胞，端生，胞囊膨大。在 LB 培养基培养 24 h，菌落黄色、凸起、边缘光滑。菌落直径为 1～1.2 mm。**★生理特性：**生长温度为 4～45℃（最适为 28～37℃），pH 为 6.0～8.0（最适 pH 为 7.0），在 0～3.0%（w/v）NaCl 浓度条件下生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。酪蛋白水解、牛奶凝固、吐温 20 水解等为阳性。弱水解吐温 80。硫化氢生产、甲基红试验、硝酸盐还原、淀粉、吐温 40 和吐温 60 水解反应等为阴性。下列化合物可作为唯一碳源：D-果糖、D-半乳糖、D-半乳糖醛酸、D-葡萄糖酸、α-D-葡萄糖、D-葡萄糖-6-磷酸、D-甘露糖、D-甘露醇、D-蜜二糖、N-乙酰基-D-葡萄糖胺、β-甲基-D-葡萄糖苷、D-棉籽糖、D-海藻糖、龙胆二糖、甘油、肌苷、果胶、水苏糖和蔗糖。下列化合物可作为唯一氮源：L-丙氨酸、L-赖氨酸、L-鸟氨酸、L-苏氨酸和 L-缬氨酸，但不能利用 L-精氨酸、L-甘氨酸或胱氨酸。下列化合物可产酸：阿拉伯糖、果糖、半乳糖、麦芽糖和木糖。**化学特征：**主要极性脂为磷脂酰乙醇胺、二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和两种未知的极性脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 $C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**菌株 DNA 的 G+C 含量为 54.0 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 YIM h-19^T 与亲缘关系最近的 *Paenibacillus hordei* RH-N24^T 和 *Paenibacillus hunanensis* FeL05^T 的同源性分别为 98.30%和 94.64%。但 DNA-DNA 杂交结果可以将它们区分开来。16S rRNA 基因序列如下。

1	ctgcccttca	gagtttgatc	ctggctcagg	acgaacgctg	gcggcgtgcc	taatacatgc
61	aagtcgagcg	gagaatgaag	gaagcttgct	tcttttattc	ttagcggcgg	acgggtgagt
121	aacacgtagg	caacctgccc	tcaagcttgg	gacaactacc	ggaaacggta	gctaataccg
181	aatacatgat	ttgttcgcct	gaacgaattt	ggaaagacgg	agcaatctgt	cacttgagga
241	tgggcctgcg	gcgcattagc	tagttggtga	ggtaacggct	cactaaggcg	acgatgcgta
301	gccgacctga	gagggtgatc	ggccacactg	ggactgagac	acggcccaga	ctcctacggg
361	aggcagcagt	agggaatctt	ccgcaatgga	cgcaagtctg	acggagcaac	gccgcgtgag
421	tgatgaaggt	tttcggatcg	taaagctctg	ttgccaggga	agaacgtccg	gattagtaac
481	tgaatccgga	gtgacggtac	ctgagaagaa	agccccggct	aactacgtgc	cagcagccgc
541	ggtaatacgt	agggggcaag	cgttgtccgg	aattattggg	cgtaaagcgc	gcgcaggcgg
601	ctttttaagt	ccggtgtcac	agcccaaggc	tcaaccttgg	gtcgcactgg	aaactggaga
661	gcttgagtac	aggagaggaa	agtggaattc	cacgtgtagc	ggtgaaatgc	gtagagatgt

```
721   ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactttc  tgggctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag
781   cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga  tgaatgctag
841   gtgttagggg  tttcgatacc  cttggtgccg  aagttaacac  attaagcatt  ccgcctgggg
901   agtacggtcg  caagactgaa  actcaaagga  attgacgggg  acccgcacaa  gcagtggagt
961   atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccaag  tcttgacatc  cctttgaccg
1021  gtgtagagat  atgcctttcc  ttcgggacaa  aggagacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag
1081  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccttat  gcttagttgc
1141  cagcacatca  tggtgggcac  tctaagcaga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg
1201  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac  ttgggctaca  cacgtactac  aatggccggt
1261  acaacgggaa  gcaataccgc  aaggtggagc  caatccttaa  aagccggtct  cagttcggat
1321  tgcaggctgc  aactcgcctg  catgaagtcg  gaattgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc
1381  gcggtgaata  cgttcccggg  tcttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agtttgcaac
1441  acccgaagtc  ggtggggtaa  ccgcaaggag  ccagccgccg  aaggtggggt  agatgattgg
1501  ggtgaagtcg  taacaaggta  gccgtatcgg  aaggtgcggc  tggatcacct  cctaagggca
1561  gctggcgtaa
```

611. *Paenibacillus oceanisediminis*（海床类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-99。*Paenibacillus oceanisediminis* Lee et al.，2013，sp. nov.（海床类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**L10 = JCM 17814 = KACC 16203。**★16S rRNA 基因序列号：**JF811909。**★种名释意：***oceanisediminis* 中 *oceanus* 为海之意，*sedimen* 为沉积物之意，故其中文名称为海床类芽胞杆菌（L. n. *oceanus*，the great sea；L. n. *sedimen -inis*，a sediment；N.L. gen. n. *oceanisediminis*，of a sediment of the sea）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $L10^T$ 是从韩国海岸的海洋沉积物中分离获得的。**★形态特征：**细胞革兰氏染色阴性，不运动，需氧，棒状［（0.3～0.5）μm×（1.0～2.3）μm］。芽胞球形，端生。菌落在 LA 培养基上 30℃培养 3 d 为圆形、直径 0.1～0.5 mm，黄色，边缘完整。**★生理特性：**生长温度为 10～45℃，最适生长温度为 30℃；pH 为 5.0～10.0，最适 pH 为 6.0。在 0～7.0%（w/v）NaCl 浓度条件下生长，最适为 1.0%（w/v）NaCl 浓度。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。API ZYM 结果显示，下列反应为阳性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、亮氨酸芳基酰胺酶、β-葡萄糖醛酸酶和 α-葡萄糖苷酶。下列反应为阴性：酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰氨酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、N-乙酰-β-葡萄糖胺酶、α-甘露糖苷酶、α-岩藻糖苷酶。在 GN2 微孔板中可利用下列化合物生长：纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、龙胆二糖、α-D-葡萄糖、α-乳糖、乳果糖、D-甘露糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、琥珀酸单甲基酯、肌苷、尿苷、胸苷、甘油、α-环糊精、糊精、N-乙酰基-D-葡萄糖胺、L-阿拉伯糖、麦芽糖、D-甘露糖醇、甲基-β-D-葡萄糖苷、D-阿洛酮糖、棉籽糖、松二糖、丙酮酸甲酯、乙酸、顺式乌头酸、D-葡萄糖酸、亚甲基丁二酸、琥珀酰胺酸和 L-脯氨酸。在下列化合物中可产生酸：甘油、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、L-木糖、甲基-β-D-木糖苷、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、L-鼠李糖、D-甘露醇、甲基-D-甘露糖苷、甲基-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、

蜜二糖、蔗糖、海藻糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、龙胆二糖、松二糖和葡萄糖酸盐。**化学特征：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{14:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为未知的氨基磷脂、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油和二磷脂酰甘油。细胞壁的肽聚糖为 A1γ 型。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 L10^{T}属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus barcinonensis* BP-23^{T}（98.2%）的亲缘关系最近。但 DNA-DNA 杂交实验表明，它们的关联度低于（14±2）%。16S rRNA 基因序列如下。

1 gacgaacgct ggcggcatgc ctaatacatg caagtcgagc ggagtttgag agaagcttgc
61 ttctctcaaa cttagcggcg gacgggtgag taacacgtag gcaacctgcc ctcaagcttg
121 ggacaactac cggaaacggt agctaatacc gaatacttgt tttcttcgcc tgaagagaac
181 tggaaagacg gagcaatctg tcacttgggg atgggcctgc ggcgcattag ctagttggtg
241 aggtaacggc tcaccaaggc gacgatgcgt agccgacctg agagggtgat cggccacact
301 gggactgaga cacggcccag actcctacgg gaggcagcag tagggaatct tccgcaatgg
361 gcgaaagcct gacggagcaa tgccgcgtga gtgatgaagg ttttcggatc gtaaagctct
421 gttgccaggg aagaacgctt gggagagtaa ctgctctcaa ggtgacggta cctgagaaga
481 aagccccggc taactacgtg ccagcagccg cggtaatacg tagggggcaa gcgttgtccg
541 gaattattgg gcgtaaagcg cgcgcaggcg gtcatgtaag tctggtgttt aatcccgggg
601 ctcaaccccg gatcgcactg gaaactgcgt gacttgagtg cagaagagga gagtggaatt
661 ccacgtgtag cggtgaaatg cgtagagatg tggaggaaca ccagtggcga aggcgactct
721 ctgggctgta actgacgctg aggcgcgaaa gcgtggggag caaacaggat tagataccct
781 ggtagtccac gccgtaaacg atgaatgcta ggtgttaggg gtttcgatac ccttggtgcc
841 gaagttaaca cattaagcat tccgcctggg gagtacggtc gcaagactga aactcaaagg
901 aattgacggg gacccgcaca agcagtggag tatgtggttt aattcgaagc aacgcgaaga
961 accttaccag gtcttgacat ctgaatgacc gacgcagaga tgtgtctttc cttcgggaca
1021 ttcaagacag gtggtgcatg gttgtcgtca gctcgtgtcg tgagatgttg ggttaagtcc
1081 cgcaacgagc gcaacccttg atcttagttg ccagcacttc gggtgggcac tctaaggtga
1141 ctgccggtga caaaccggag gaaggtgggg atgacgtcaa atcatcatgc cccttatgac
1201 ctgggctaca cacgtactac aatggccggt acaacgggca gtgaaaccgc gaggtggaac
1261 gaatcctaaa aagccggtct cagttcggat tgcaggctgc aactcgcctg catgaagtcg
1321 gaattgctag taatcgcgga tcagcatgcc gcggtgaata cgttcccggg tcttgtacac
1381 accgcccgtc acaccacgag agtttataac acccgaagtc ggtggggtaa ccgcaaggag
1441 ccagccgccg aaggtgggat agatgattgg ggtg

612. *Paenibacillus odorifer*（载味类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-100。*Paenibacillus odorifer* Berge et al.，2002，sp. nov.（载味类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**TOD45 = ATCC BAA-93 = DSM 15391 = JCM 21743 = LMG 19079。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ223990。**★种名释意：***odorifer* 中 *odor* 为气味之意，*fer* 为载体之意，故其中文名称为载味类芽胞杆菌（L. n. *odor*，smell；L. suff. n. -*fer*，carrier；N.L. n. *odorifer*，carrier of smell）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 TOD45^{T}分离自法国迪耶于卢阿尔的小麦根部。**★形态特征：**革兰氏阳性，兼性厌氧，运动，杆状［（0.5～1.0）μm×（2.0～4.0）μm］，单个

或短链排列。芽胞椭圆形，端生，胞囊膨大。在 NA 培养基上 30℃培养 3 d，菌落圆形，直径 1.5～3.0 mm，光滑，乳白色，边缘完整。在含 2%葡萄糖或蔗糖的培养基中菌落不产生黏液。**★生理特性：**生长温度为 5～35℃。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。在 API 试验中，在下列化合物中可产酸：L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、甲基-β-D-木糖苷、半乳糖、葡萄糖、果糖、甲基-D-葡萄糖苷、N-乙酰基-葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、蜜三糖、淀粉、糖原和 D-松二糖。在下列化合物中不产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、核糖醇、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露糖醇、山梨糖醇、甲基-D-甘露糖苷、松三糖、木糖醇、D-木糖、D-己酮糖、D-海藻糖、D-阿拉伯糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐、2-酮葡萄糖酸或 5-酮葡萄糖酸。在下列化合物中产酸可变：甘油、甘露糖和 L-海藻糖。水解七叶苷。硝酸盐被还原成亚硝酸盐。**★化学特性：★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44 mol%。根据 API 生化分析结果，16 个菌株被鉴定为 *Bacillus circulans*，但根据 16S rRNA 基因序列分析结果，其中的 2 个菌株 RSA19^{T} 和 TOD45^{T} 应该属于 *Paenibacillus*，而且，根据 DNA-DNA 杂交实验，这 16 个菌株可以分为 2 个基因种，将它们分别命名为 *Paenibacillus graminis* sp. nov.（RSA19^{T}）和 *Paenibacillus odorifer* sp. nov.（TOD45^{T}）。16S rRNA 基因序列如下。

1 gcccgggga tcttggctca ggacgaacgc tagcggcgtg cctaatacat gcaagtcgag
61 cggagtcatt ttgaaagctt gctttcgaaa tgacttagcg gcggacgggt gagtaacacg
121 taggcaacct gcccttcaga ctgggataac taccggaaac ggtagctaat accggataat
181 ttcttttttc tcctgagaga agaatgaaag acggagcaat ctgtcactga gggatgggcc
241 tgcggcgcat tagctagttg gtggggtaac ggcccaccaa ggcgacgatg cgtagccgac
301 ctgagagggt gaacggccac actgggactg agacacggcc cagactccta cgggaggcag
361 cagtagggaa tcttccgcaa tgggcgaaag cctgacggag caacgccgcg tgagtgatga
421 aggttttcgg atcgtaaagc tctgttgcca gggaagaacg tccggtagag taactgctat
481 cggagtgacg gtacctgaga agaaagcccc ggctaactac gtgccagcag ccgcggtaat
541 acgtaggggg caagcgttgt ccggaattat tgggcgtaaa gcgcgcgcag gcggctattt
601 aagtctggtg tttaaacctt gggctcaacc tgaggtcgca ctggaaactg ggtggcttga
661 gtacagaaga ggaaagtgga attccacgtg tagcggtgaa atgcgtagat atgtggagga
721 acaccagtgc gaaggcgact ttctgggctg taactgacgc tgaggcgcga aagcgtgggg
781 agcaaacagg attagatacc ctggtagtcc acgccgtaaa cgatgagtgc taggtgttag
841 gggtttcgat acccttggtg ccgaagttaa cacagtaagc actccgcctg gggagtacgg
901 tcgcaagact gaaactcaaa ggaattgacg gggacccgca caagcagtgg agtatgtggt
961 ttaattcgaa gcaacgcgaa gaaccttacc aggtcttgac atccctctga atctgctaga
1021 gatagcagcg gccttcggga cagaggagac aggtggtgca tggttgtcgt cagctcgtgt
1081 cgtgagatgt tgggttaagt cccgcaacga gcgcaaccct taactttagt tgccagcagg
1141 taatgctggg cactctagag tgactgccgg tgacaaaccg gaggaaggtg gggatgacgt
1201 caaatcatca tgccccttat gacctgggct acacacgtac tacaatggcc ggtacaacgg
1261 gaagcgaagc cgcgaggtgg agccaatccc atcaaagccg gtctcagttc ggattgcagg
1321 ctgcaactcg cctgcatgaa gtcggaattg ctagtaatcg cggatcagca tgccgcggtg
1381 aatacgttcc cgggtcttgt acacaccgcc cgtcacacca cgagagttta caacaccc

613. *Paenibacillus pabuli*（饲料类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-101。*Paenibacillus pabuli*（Nakamura，1984）Ash et al.，1994，comb. nov.（饲料类芽胞杆菌）= *Bacillus pabuli*（ex Schieblich，1923）Nakamura，1984，sp. nov.，nom. rev.。**★模式菌株：**ATCC 43899 = CCUG 27415 = CFBP 4262 = CIP 103119 = DSM 3036 = HAMBI 1825 = IFO（now NBRC）13638 = JCM 9074 = LMG 15970 = NRRL NRS-924。**★16S rRNA 基因序列号：**AB045094。**★种名释意：***pabuli* 为饲料之意，故其中文名称为饲料类芽胞杆菌（ L. gen. n. *pabuli*，of fodder）。

【种类描述】★菌株来源：菌株从饲料和土壤分离。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～1.0）μm ×（2.0～4.0）μm］。**★生理特性：**菌株在 NaCl 浓度为 3%时生长不会受到抑制；不是所有菌株在 NaCl 浓度为 5%时生长受到抑制（模式菌株生长受抑制）；pH 为 5.6 时菌株能生长；菌株在 0.001%溶菌酶下生长受到抑制；最适生长温度是 28～30℃，最高生长温度是 35～40℃，最低生长温度是 5～10℃。**★生化特性：**大部分菌株能水解酪蛋白；硝酸盐不能被还原成亚硝酸盐；能利用乙酸盐；不能利用柠檬酸盐、富马酸盐、苹果酸盐和琥珀酸盐；能发酵 L-鼠李糖。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 49 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gatcctggct caggacgaac gctggcggca tgcctaatac atgcaagtcg agcggagttg
61    agagaaagct tgctttnttg atacttagcg gcggacgggt gagtaacacg taggcaacct
121   gccctcaagt ttgggacaac taccggaaac ggtagctaat accgaatagt tgttttcttc
181   gcctgaagag aactggaaag acggagcaat ctgtcacttg gggatgggcc tgcggcgcat
241   tagctagttg gtggggtaac ggctcaccaa ggcgacgatg cgtagccgac ctgagagggt
301   gatcggccac actgggactg agacacggcc cagactccta cgggaggcag cagtagggaa
361   tcttccgcaa tgggcgaaag cctgacggag caatgccgcg tgagtgatga aggttttcgg
421   atcgtaaagc tctgttgcca gggaagaacg cttgggagag taactgctct caaggtgacg
481   gtacctgaga agaaagcccc ggctaactac gtgccagcag ccgcggtaat acgtaggggg
541   caagcgttgt ccggaattat tgggcgtaaa gcgcgcgcag gcggtcattt aagtctggtg
601   tttaatcccg gggctcaacc ccggatcgca ctggaaactg ggtgacttga gtgcagaaga
661   ggagagtgga attccacgtg tagcggtgaa atgcgtagat atgtggagga acaccagtgg
721   cgaaggcgac tctctgggct gtaactgacg ctgaggcgcg aaagcgtggg gagcaaacag
781   gattagatac cctggtagtc cacgccgtaa acgatgagtg ctaggtgtta ggggtttcga
841   tacccttggt gccgaagtta acacattaag cactccgcct ggggagtacg gtcgcaagac
901   tgaaactcaa aggaattgac ggggacccgc acaagcagtg gagtatgtgg tttaattcga
961   agcaacgcga agaaccttac caggtcttga catccctctg accggtacag agatgtacct
1021  ttccttcggg acagaggaga caggtggtgc atggttgtcg tcagctcgtg tcgtgagatg
1081  ttgggttaag tcccgcaacg agcgcaaccc ttgatcttag ttgccagcac ttcgggtggg
1141  cactctaagg tgactgccgg tgacaaaccg gaggaaggtg gggatgacgt caaatcatca
1201  tgccccttat gacctgggct acacacgtac tacaatggcc ggtacaacgg gctgtgaagc
1261  cgcgaggtgg aacgaatcct aaaaagccgg tctcagttcg gattgcaggc tgcaactcgc
1321  ctgcatgaag tcggaattgc tagtaatcgc ggatcagcat gccgcggtga atacgttccc
1381  gggtcttgta cacaccgccc gtcacaccac gagagtttat aacacccgaa gtcggtgggg
1441  taaccgcaag gagccagccg ccgaaggtgg gatagatgat tggggtgaag tcgtaacaag
```

614. *Paenibacillus panacisoli*（参田土类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-102。*Paenibacillus panacisoli* Ten et al.，2006，sp. nov.（参田土类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Gsoil 1411 = KCTC 13020 = LMG 23405。**★16S rRNA 基因序列号：**AB245384。**★种名释意：***panacisoli* 中 *Panax -acis* 为人参学名之意，*solum* 为土壤之意，故其中文名称为参田土类芽胞杆菌（N.L. n. *Panax -acis*，scientific name of ginseng；L. n. *solum*，soil；N.L. gen. n. *panacisoli*，of soil of a ginseng field）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Gsoil 1411^T 分离自韩国抱川省人参土壤中。**★形态特征：**细胞革兰氏染色阳性，兼性厌氧，可运动，棒状［(2.0～5.0) μm ×（0.4～0.6）μm］。芽胞椭圆形，近端生。在 R2A 培养基上培养 1 d 的菌落呈凸圆，形态不规则，波状，不光滑和淡黄色。**★生理特性：**生长温度为 15～45℃，最适生长温度为 37℃；pH 为 4.5～9.0，最适 pH 为 6.5。在 5.0%（w/v）NaCl 浓度条件下生长，在 7.0%（w/v）NaCl 浓度条件下不生长。在 TSA、MacConkey 或 NA 培养基上不生长。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶为阳性。硝酸盐被还原成亚硝酸盐。弱水解木聚糖和酪蛋白，但不水解几丁质、淀粉、纤维素、DNA 或七叶苷。可利用下列化合物：D-甘露糖、D-核糖、D-木糖、L-木糖、D-乳糖、D-棉籽糖、葡萄糖酸（弱）、甘油和菊糖的增长，但不能利用 D-葡萄糖、D-果糖、D-半乳糖、D-甘露糖、D-海藻糖、蔗糖、D-海藻糖、乙醇、L-鼠李糖、L-山梨糖、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、甲酸盐、丙酸盐、癸酸盐、马来酸盐、苯乙酸、苯甲酸、3-羟基苯甲酸、4-羟基苯甲酸、丙二酸盐、丙酮酸盐、乙酸盐、3-羟基丁酸酯、戊酸盐、富马酸盐、水杨苷、柠檬酸盐、乳酸盐、苹果酸盐、琥珀酸盐、酒石酸盐、戊二酸盐、亚甲基丁二酸、已二酸、辛二酸盐、草酸盐、D-纤维二糖、D-麦芽糖、D-蜜二糖、D-棉籽糖、D-核糖醇、半乳糖醇、D-山梨醇、D-甘露醇、木糖醇、肌醇、苦杏仁苷、甲醇、糖原、葡聚糖、N-乙酰基-D-葡萄糖胺、L-半胱氨酸、甘氨酸、L-异亮氨酸、L-亮氨酸、L-赖氨酸、L-甲硫氨酸、L-苯丙氨酸、L-丝氨酸、L-色氨酸、L-酪氨酸、L-缬氨酸、L-丙氨酸、L-精氨酸、L-天冬酰胺、L-天冬氨酸、L-谷氨酸、L-谷氨酰胺、L-组氨酸、L-脯氨酸或 L-苏氨酸。在 API 20E 测试中，明胶水解和色氨酸脱氨酶反应为阳性。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、β-半乳糖苷酶、脲酶、吲哚和硫化氢生产、柠檬酸盐利用和 V-P 反应等为阴性。下列化合物中可产酸：D-甘露醇、L-阿拉伯糖、D-蜜二糖和苦杏仁苷。在下列化合物中不产酸：肌醇、D-山梨糖醇、L-鼠李糖、蔗糖或 D-葡萄糖。**化学特征：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.9 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 Gsoil 1411^T 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus xylanilyticus*（95.7%）、*Paenibacillus illinoisensis*（95.2%）和 *Paenibacillus pabuli*（94.8%）的亲缘关系最近，与 *Paenibacillus* 其他种类的同源性均低于 94%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag  cggacttgat  ggagagcttg
61    ctctcttgag  agttagcggc  ggacgggtga  gtaacacgta  ggcaacctgc  cctctggact
121   gggataacta  ccggaaacgg  tagctaatac  cagataattc  actttttcgc  atggagaagt
181   gaggaaagac  ggagcaatct  gtcaccggag  gatgggcctg  cggcgcatta  gctagttgga
241   gaggtaacgg  ctccccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac
```

301 tgggactgag acacggccca gactcctacg ggaggcagca gtagggaatc ttccgcaatg
361 ggcgaaagcc tgacggagca acgccgcgtg agtgatgaag gttttcggat cgtaaagctc
421 tgttgccaag gaagaacgtc cttaagagta actgcttaag gagtgacggt acttgagaag
481 aaagccccgg ctaactacgt gccagcagcc gcggtaatac gtagggggca agcgttgtcc
541 ggaattattg ggcgtaaagc gcgcgcaggc ggtcatttaa gtctggtgtt taagcccggg
601 gctcaacccc ggatcgcacg ggaaactgga tgacttgagt gcagaagagg agagtggaat
661 tccacgtgta gcggtgaaat gcgtagagat gtggaggaac accagtggcg aaggcgactc
721 tctgggctgt aactgacgct gaggcgcgaa agcgtgggga gcaaacagga ttagataccc
781 tggtagtcca cgccgtaaac gatgagtgct aggtgttagg ggtttcgata cccttggtgc
841 cgaagttaac acattaagca ctccgcctgg ggagtacggt cgcaagactg aaactcaaag
901 gaattgacgg ggacccgcac aagcagtgga gtatgtggtt taattcgaag caacgcgaag
961 aaccttacca ggtcttgaca tctgaatgac cggtgcagag atgtgccttt ccttcgggac
1021 attcaagaca ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc gtgagatgtt gggttaagtc
1081 ccgcaacgag cgcaaccctt gaccttagtt gccagcactt cgggtgggca ctctagggtg
1141 actgccggtg acaaaccgga ggaaggtggg gatgacgtca aatcatcatg ccccttatga
1201 cctgggctac acacgtacta caatggctgg tacaacggga agcgaagccg cgaggtggag
1261 ccaatcctaa aaagccagtc tcagttcgga ttgcaggctg caactcgcct gcatgaagtc
1321 ggaattgcta gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat acgttcccgg gtcttgtaca
1381 caccgcccgt cacaccacga gagtttacaa cacccgaagt cggtggggta accgcaagga
1441 gccagccgcc gaaggtgggg tagatgattg gggtgaagtc gtaacag

615. *Paenibacillus pasadenensis*（帕萨迪娜类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-103。*Paenibacillus pasadenensis* Osman et al.，2006，sp. nov.（帕萨迪娜类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SAFN-007 = ATCC BAA-1211 = NBRC 101214。**★16S rRNA 基因序列号：**AY167820。**★种名释意：***pasadenensis* 意为模式菌株分离自美国帕萨迪娜，故中文名称为帕萨迪娜类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *pasadenensis*，referring to Pasadena，the city in which the JPL-SAF is located）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SAFN-007^T 分离自美国加利福尼亚州的帕萨迪纳市 JPL-SAF 的入口处地板。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，依靠周生鞭毛运动，杆状大小为［（0.5～0.8）μm×（3.0～5.0）μm］。芽胞椭圆形，胞囊膨大。菌落平整，光滑，圆形，全缘和棕黄色。在营养琼脂上无可溶性色素产生。**★生理特性：**在含 2% NaCl 和 0.001% 溶菌酶时可以生长，但被 3% NaCl 抑制。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性，可产生 3-羟基丁酮，不产生 H_2S 和吲哚。硝酸盐不被还原成亚硝酸盐。明胶被液化，水解七叶苷和产生 β-半乳糖苷。可利用环糊精、D-纤维二糖、D-果糖、麦芽糖、D-蜜二糖、甲基-β-D-葡萄糖苷、D-核糖、丙酮酸、L-丙氨酰甘氨酸和 L-丝氨酸。在 D-葡萄糖中不酸。**★分子特性：**基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 SAFN-007^T 属于 *Paenibacillus*，与 *P. kobensis* DSM 10249^T 的 16S rRNA 基因序列同源性为 95.2%。16S rRNA 基因序列如下。

1 agcggcggac gggtgagtaa cacgtaggca acctgccctc gagactggga taacctccgg
61 aaacggatgc taataccaga tacgcgatct tccctcctgg ggagatcggg aaagacggag
121 caatctgtta ctcggggatg ggcctgcggc gcattagcta gttggtgagg taacggctca

181	ccaaggcgac	gatgcgtagc	cgacctgaga	gggtgatcgg	ccacactggg	actgagacac
241	ggcccagact	cctacgggag	gcagcagtag	ggaatcttcc	gcaatggacg	aaagtctgac
301	ggagcaacgc	cgcgtgagtg	aggaaggcct	tcgggtcgta	aagctctgtt	gccagggaag
361	aacgcttggg	agagtaactg	ctcccaaggt	gacggtacct	gagaagaaag	ccccggctaa
421	ctacgtgcca	gcagccgcgg	taatacgtag	ggggcaagcg	ttgtccggaa	ttattgggcg
481	taaagcgcgc	gcaggcggct	ttgtaagtcc	ggtgtttaat	cttggggctc	aaccccaagt
541	cgcacgggaa	actgcaaggc	ttgagtgcag	aagaggaaag	tggaattcca	cgtgtagcgg
601	tgaaatgcgt	agagatgtgg	aggaacacca	gtggcgaagg	cgactttctg	ggctgtaact
661	gacgctgagg	cgcgaaagcg	tggggagcaa	acaggattag	ataccctggt	agtccacgcc
721	gtaaacgatg	aatgctaggt	gttaggggtt	tcgataccct	tggtgccgaa	gttaacacaa
781	taagcattcc	gcctggggag	tacgctcgca	agagtgaaac	tcaaaggaat	tgacggggac
841	ccgcacaagc	agtggagtat	gtggtttaat	ttgaagcaac	gcgaagaacc	ttaccaggtc
901	ttgacatccc	tttgaatccg	ctagagatag	cggcggcctt	cgggacagag	gagacaggtg
961	gtgcatggtt	gtcgtcagct	cgtgtcgtga	gatgttgggt	taagtcccgc	aacgagcgca
1021	acccttgaat	tcagttgcca	gcaagtaagg	gtgggcactc	tgaattgact	gccggtgaca
1081	aaccggagga	aggcggggat	gacgtcaaat	catcatgccc	cttatgacct	gggctacaca
1141	cgtactacaa	tggccggtac	aacgggccgc	gaagccgcga	ggcggagcca	atccttaaaa
1201	gccggtctca	gttcggattg	caggctgcaa	ctcgcctgca	tgaagtcgga	attgctagta
1261	atcgcggatc	agcatgccgc	ggtgaatacg	ttcccgggtc	ttgtacacac	cgcccgtcac
1321	accacgagag	tttgtaaca				

616. *Paenibacillus pectinilyticus*（解果胶类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-104。*Paenibacillus pectinilyticus* Park et al.，2009，sp. nov.（解果胶类芽胞杆菌）**★模式菌株：**RCB-08 = CECT 7358 = KCTC 13222。**★16S rRNA 基因序列号：**EU391157。**★种名释意：***pectinilyticus* 中 *pectinum* 为果胶之意，*lyticus* 为降解之意，故其中文名称为解果胶类芽胞杆菌［N.L. n. *pectinum*（from French n. *pectine*），pectin；N.L. adj. *lyticus -a -um*（from Gr. adj. *lutikos -ê -on*），able to loosen，able to dissolve；N.L. masc. adj. *pectinilyticus*，pectin-dissolving bacteria］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 RCB-08^T 分离自韩国大田的昆虫突灶螽（*Diestrammena apicalis*）的肠道。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，能运动，单细胞呈微弯杆状，大小为［（2.0～3.0）μm ×（0.5～0.7）μm］。芽胞端生，胞囊膨大。在 TSB 培养基中，菌落呈圆形，光滑，乳白色，直径为 1～2 mm，在 TSB 培养基中有氧或无氧均能生长。**★生理特性：**在 15～30℃时能生长，最适温度为 30℃，在盐浓度为 0～0.5%、pH 为 6.0～8.7 时能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解明胶、吐温 80 和果胶。不能水解酪蛋白、纤维素、淀粉和木聚糖。下列反应为阳性：产 3-羟基丁酮、柠檬酸盐利用、β-半乳糖苷酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和硝酸盐还原。下列反应为阴性：精氨酸双水解酶、产 H_2S 和吲哚、苯丙氨酸脱氨酶、色氨酸脱氨酶、脲酶。由下列物质产酸：阿拉伯糖、熊果苷、果糖、七叶苷、半乳糖、甘油、葡萄糖、麦芽糖、肌醇、蜜二糖、松三糖、甘露糖、甘露醇、棉籽糖、核糖、水杨苷、山梨醇、蔗糖、海藻糖和松二糖。不能由下列物质产酸：核糖醇、D-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、

D-岩藻糖、海藻糖、糖原、菊糖、乳糖、D-木糖、甲基-α-D-甘露糖、甲基-α-D-葡萄糖、鼠李糖、山梨糖、甲基-β-D-木糖、D-己酮糖、木糖醇或 L-木糖。**化学特征：**主要呼吸醌为 MK-7，主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。主要磷脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰单甲基乙醇胺、磷脂酰乙醇胺和磷脂酰甘油。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.5 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 RCB-08^T 属于 *Paenibacillus*，与亲缘关系最近的 *Paenibacillus chondroitinus* NBRC 15376^T 的同源性为 96.7%。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 RCB-08^T 与 *P. chondroitinus* NBRC 15376^T 的关联度为 15.0%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      tgcaagtcga  gcgggtttat  ccttcgggat  aagctagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt
61     aggtaacctg  cctttaagac  tgggataact  atcggaaacg  atagctaaga  ccggataacc
121    ggttttctcg  catgagagaa  tcgtaaaaca  cggagcaatc  tgtggcttra  agatgggcct
181    gcggcgcatt  agctagttgg  tggggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc
241    tgagagggtg  aacggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc
301    agtagggaat  cttccgcaat  ggacgcaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa
361    ggttttcgga  tcgtaaagct  ctgttgccct  agacgaacag  catgaggagt  aactgccttg
421    tgtgtgacgg  tataggagaa  gaaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata
481    cgtagggggc  aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggtcattta
541    agtctggtgt  ttaatcctgg  ggctcaaccc  cagttcgcat  cggaaactgg  atgacttgag
601    tgtaagagag  gaaagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa
661    caccagtggc  gaaggcgact  ttctggctta  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg
721    agcaaacagg  attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgcatac  taggtgtcgg
781    ggattcgatt  tctcggtgcc  gaagttaaca  cagtaagtat  gccgcctggg  gagtacgctc
841    gcaagagtga  aactcaaagg  aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt
901    aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  ccctctgaat  cctctagaga
961    tagaggcgtc  yttcgggaca  gaggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1021   tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcacttc
1081   gggtgggcac  tctaggatga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa
1141   atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtactac  aatggtcggt  acaacgggaa
1201   gcgaagccgc  gaggtggagc  caatccttat  aagccgatct  cagttcggat  tgcaggctgc
1261   aactcgcctg  catgaagtcg  gaattgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata
1321   cgttcccggg  tcttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agtttacaac  acccgaagtc
1381   ggtggggtaa  cccgcaagga  gc
```

617. *Paenibacillus peoriae*（皮尔瑞亚类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-105。*Paenibacillus peoriae* （Montefusco et al.，1993）Heyndrickx et al.，1996，comb. nov.（皮尔瑞亚类芽胞杆菌）= *Bacillus peoriae* Montefusco et al.，1993，sp. nov.。**★模式菌株：**BD-57 = ATCC 51925 = CIP 103812 = DSM 8320 = IFO（now NBRC）15541 = LMG 14832 = NRRL B-14750。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ320494。**★种名释意：***peoriae* 意为模式菌株分离自美国伊利诺伊州的皮尔瑞亚，故其中文名称为皮尔瑞亚类芽胞杆菌（ N.L. gen. n. *peoriae*，of Peoria，named after Peoria，Illinois，where the organism was studied）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BD-57^T 分离自美国伊利诺伊州的皮尔瑞亚土壤和腐烂

植物。★**形态特征**：细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［（0.5～1.0）μm×（3.0～6.0）μm］，单生或短链状生长。芽胞椭球形，胞囊膨大。琼脂上28℃培养2 d后形成的菌落直径约2.0 mm、透明、薄、光滑、圆形、边缘整齐。★**生理特性**：最适生长温度、最高生长温度和最低生长温度分别为28～30℃、35～45℃和5～10℃；生长的pH为5.6或5.7；在含0.001%溶菌酶中生长可变；在含3% NaCl中菌株不生长。★**生化特性**：过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。产乙酰甲基甲醇。V-P培养基的pH为5.0～6.5。不产H_2S、吲哚和二羟基丙酮。硝酸盐被还原成亚硝酸盐。能水解酪蛋白、果胶、淀粉和木聚糖，不能水解尿素、吐温80和卵黄卵磷脂。不能降解精氨酸、赖氨酸、鸟氨酸、苯丙氨酸和酪氨酸，能利用柠檬酸盐和琥珀酸盐，不能利用乙酸盐。由下列化合物产酸和气：阿拉伯糖、葡萄糖、甘露糖和木糖。能发酵利用下列碳水化合物：纤维二糖、半乳糖、果糖、乳糖、麦芽糖、甘露醇、甘露糖、蜜二糖、核糖、鼠李糖、水杨苷和蔗糖，不能发酵甘油和海藻糖。★**化学特性**：主要脂肪酸为：iso-$C_{14:0}$、$C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:1\omega11c}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$和anteiso-$C_{17:0}$。★**分子特性**：DNA的G+C含量为45 mol%～47 mol%。16S rRNA基因序列如下。

```
1     cgctggcggc gtgcgtaata catgcaagtc gagcggggtt tagaagcttg cttctaaaca
61    acctagcggc ggacgggtga gtaacacgta ggcaacctgc ccacaagaca gggataacta
121   ccggaaacgg tagctaatac ccgatacatc cttttcctgc atgggagaag gaggaaagac
181   ggagcaatct gtcacttgtg gatgggcctg cggcgcatta gctagttggt ggggtaaagg
241   cctaccaagg cgacgatgcg tagccgacct gagagggtga tcggccacac tgggactgag
301   acacggccca gactcctacg ggaggcagca gtagggaatc ttccgcaatg ggcgaaagcc
361   tgacggagca acgccgcgtg agtgatgaag gttttcggat cgtaaagctc tgttgccagg
421   gaagaacgtc ttgtagagta actgctacaa gagtgacggt acctgagaag aaagccccgg
481   ctaactacgt gccagcagcc gcggtaatac gtagggggca agcgttgtcc ggaattattg
541   ggcgtaaagc gcgcgcaggc ggctctttaa gtctggtgtt taatcccgag gctcaacttc
601   gggtcgcact ggaaactggg gagcttgagt gcagaagagg agagtggaat tccacgtgta
661   gcggtgaaat gcgtagagat gtggaggaac accagtggcg aaggcgactc tctgggctgt
721   aactgacgct gaggcgcgaa agcgtgggga gcaaacagga ttagataccc tggtagtcca
781   cgccgtaaac gatgaatgct aggtgttagg ggtttcgata cccttggtgc cgaagttaac
841   acattaagca ttccgcctgg ggagtacggt cgcaagactg aaactcaaag gaattgacgg
901   ggacccgcac aagcagtgga gtatgtggtt taattcgaag caacgcgaag aaccttacca
961   ggtcttgaca tccctctgat cggtctagag atagatcttt ccttcgggac agaggagaca
1021  ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc gtgagatgtt gggttaagtc ccgcaacgag
1081  cgcaaccctt atgcttagtt gccagcaggt caagctgggc actctaagca gactgccggt
1141  gacaaaccgg aggaaggtgg ggatgacgtc aaatcatcat gccccttatg acctgggcta
1201  cacacgtact acaatggccg gtacaacggg aagcgaaatc gcgaggtgga gccaatccta
1261  gaaaagccgg tctcagttcg gattgtaggc tgcaactcgc ctacatgaag tcggaattgc
1321  tagtaatcgc ggatcagcat gccgcggtga atacgttccc gggtcttgta cacaccgccc
1381  gtcacaccac gagagtttac aacacccgaa gtcggtgggg taacccgcaa gggagccagc
1441  cgccgaaggt ggggtagatg attggggtga agtcgtaaca aggtagccgt atcggaaggt
1501  g
```

618. *Paenibacillus phoenicis*（凤凰城类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-106。*Paenibacillus phoenicis* Bernardini et al.，2011，sp. nov.（凤凰城类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**3PO2SA = NBRC 106274 = NRRL B-59348。**★16S rRNA 基因序列号：**EU977789。**★种名释意：***phoenicis* 意为模式菌株分离自美国凤凰城火星航天器组装车间，故其中文名称为凤凰城类芽胞杆菌（L. gen. n. *phoenicis*，of phoenix，isolated from the surface of the clean room where the recently landed Mars Phoenix spacecraft was assembled）。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株 3PO2SA^T 分离自美国凤凰城火星航天器组装车间的无尘室。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，杆状［（1.0～1.5）μm ×（4～6）μm］，能运动，芽胞次端生。在 TSA 培养基中 32℃培养 72 h 后，菌落呈米黄色，平滑，直径约为 4 mm，不产色素，边缘完整。**★生理特性：**在 21～50℃能生长，最适为 37℃。在 pH 7.0～9.0 能生长，最适 pH 为 10.0。盐浓度为 5%时能生长。但当温度为 65℃，盐浓度为 10%时不能生长。在 32℃培养时，能在 TSA、R2A、TYG 培养基上生长。在 MSM 培养基中培养能抵抗 500 J/m^2 的紫外线形成完整芽胞。**★生化特性：**不能水解尿素和明胶，色氨酸脱羧酶为阴性。能利用下列物质作为唯一碳源：葡萄糖、甘露糖、鼠李糖、肌醇、山梨醇、蔗糖、蜜二糖、苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、D-阿拉伯糖、蔗糖、木糖、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、N-乙酰葡萄糖胺、熊果苷、水杨苷、乳糖、淀粉、七叶苷、柠檬酸铁、糖原、苦杏仁糖和海藻糖。不能由下列物质产酸：甘油、赤藓糖醇、L-木糖、D-核糖醇、半乳糖醇、肌醇、D-山梨醇、D-己酮糖、L-果糖、D-岩藻糖、L-阿糖醇、2-酮葡萄糖酸钾、5-酮葡萄糖酸钾、山梨糖、阿拉伯糖和鼠李糖。能利用柠檬酸盐。**化学特征：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7，细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.9 mol%～52.8 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 3PO2SA^T 属于 *Paenibacillus*，与亲缘关系最近的 *Paenibacillus barengoltzii* ATCC BAA-1209^T 和 *Paenibacillus timonensis* CIP 108005^T 的同源性为 98.1%～98.5%。DNA-DNA 杂交实验表明，它们之间的关联度均 <45%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gcggcgtgcc  taatacatgc  aagtcgagcg  gagttcatcg  ggagcttgct  tcggatgaac
61    ttagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtagg  caacctgccc  gtaagactgg  gataactacc
121   ggaaacggta  gctaataccg  gatacgcaag  tttctcgcat  gaggggcttg  ggaaaggcgg
181   agcaatctgt  cacttacgga  tgggcctgcg  gcgcattagc  tagtaggtag  ggtaacggcc
241   tacctaggcg  acgatgcgta  gccgacctga  gagggtgaac  ggccacactg  ggactgagac
301   acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt  ccgcaatgga  cgaaagtctg
361   acggagcaac  gccgcgtgag  tgatgaaggt  tttcggatcg  taaagctctg  ttgccaggga
421   agaacgtctt  agagagtaac  tgctctaaga  gtgacggtac  ctgagaagaa  agccccggct
481   aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  agggggcgag  cgttgtccgg  aattattggg
541   cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  ctgtttaagt  ctggtgttta  atcctggggc  tcaaccccgg
601   gtcgcactgg  aaactggacg  gcttgagtgc  agaagaggag  agtggaattc  cacgtgtagc
661   ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactctc  tgggctgtaa
721   ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg
```

781	ccgtaaacga	tgaatgctag	gtgttagggg	tttcgatacc	cttggtgccg	aagttaacac
841	attaagcatt	ccgcctgggg	agtacggccg	caaggctgaa	actcaaagga	attgacgggg
901	acccgcacaa	gcagtggagt	atgtggttta	attcgaagca	acgcgaagaa	ccttaccagg
961	tcttgacatc	cccctgaccg	gatcagagat	gatcctttcc	ttcgggacag	gggagacagg
1021	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt	gagatgttgg	gttaagtccc	gcaacgagcg
1081	caacccttga	ctttagttgc	cagcaggtca	ggctgggcac	tctagagtga	ctgccggtga
1141	caaaccggag	gaaggtgggg	atgacgtcaa	atcatcatgc	cccttatgac	ctgggctaca
1201	cacgtactac	aatggccggt	acaacgggaa	gcgaaggagc	gatctggagc	gaatccttga
1261	aagccggtct	cagttcggat	tgcaggctgc	aactcgcctg	catgaagtcg	gaattgctag
1321	taatcgcgga	tcagcatgcc	gcggtgaata	cgttcccggg	tcttgtacac	accgcccgtc
1381	acaccacgag	agtttacaac	acccgaagtc	ggtgaggtaa	ccgcaaggag	ccagccgccg
1441	aaggtggggt	agatgatggg	ggaag			

619. *Paenibacillus phyllosphaerae*（叶际类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-107。*Paenibacillus phyllosphaerae* Rivas et al.，2005，sp. nov.（叶际类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PALXIL04 = CECT 5862 = LMG 22192。**★16S rRNA 基因序列号：**AY598818。**★种名释意：***phyllosphaerae* 为叶际之意，故其中文名称为叶际类芽胞杆菌（N.L. gen. n. *phyllosphaerae*，of the phyllosphere）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PALXIL04^T 分离自西班牙的马略卡岛帕尔马海枣叶。**★形态特征：**细胞革兰氏染色反应可变，好氧或兼性厌氧，杆状［（0.9～1.6）μm×（3.3～4.2）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞次端生，胞囊膨大。在 TED 培养基中 28℃培养 48 h 后菌落圆形，平坦，乳白色，不透明，直径为 1～3 mm。**★生理特性：**能在 10～37℃生长，最适温度为 28℃。最适 pH 为 7。在 5%盐浓度时不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不能由下列物质产酸产气：D-葡萄糖、甘油、阿拉伯糖、木糖、半乳糖、果糖、甘露醇、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、海藻糖、蔗糖、棉籽糖、淀粉、糖原、β-苦杏仁糖、葡萄糖酸盐、2-酮葡萄糖酸、木聚糖、羧甲基纤维素和苦杏仁糖。能利用下列物质（弱）：D-甘露糖、鼠李糖、D-松二糖。不能利用下列碳源生长：赤藓糖醇、核糖、L-木糖、核糖醇、甲基-β-D-木糖苷、L-山梨糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖、α-D-葡萄糖、N-乙酰葡萄糖胺、菊糖、松三糖、木糖醇、D-木糖、D-已酮糖、D-岩藻糖、海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、己二酸、5-酮葡萄糖酸、柠檬酸、苹果酸和苯乙酸。下列反应为阳性：木聚糖酶、纤维素酶、淀粉酶和 β-半乳糖苷。下列反应为阴性：酪蛋白酶、精氨酸双水解酶、产吲哚、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、苯丙氨酸脱氨酶、色氨酸脱氨酶、产 H_2S 和 3-羟基丁酮。能还原硝酸盐。**化学特征：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 50.7 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 PALXIL04^T 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus curdlanolyticus* 和 *Paenibacillus kobensis* 的亲缘关系最近。DNA-DNA 杂交实验表明，它们之间的关联度为 15%～20%。16S rRNA 基因序列如下。

1	tagagtttga	tccctggctc	aggacgaacg	ctggcggcgt	gcctaataca	tgcaagtcga
61	gcggatctta	tccttcgggg	taaggttagc	ggcggacggg	tgagtaacac	gtaggtaacc

```
121   tgcctgtaag  accgggataa  cattcggaaa  cgaatgctaa  taccggataa  tcagcttgtc
181   cgcatggacg  agctgggaaa  gacggtgcaa  gctgtcactt  acagatggac  ctgcggcgca
241   ttagctagtt  ggtggggtaa  cggctcacca  aggcgacgat  gcgtatgccg  acctgagagg
301   gtgatcggcc  acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg
361   aatcttccgc  aatggacgaa  agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgagtgat  gaaggttttc
421   ggatcgtaaa  gctctgttgc  cagggaagaa  cgagtgggag  agtaactgct  cttgctatga
481   cggtacctga  gaagaaagcc  ccggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggg
541   ggcaagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggcttt  gtaagtcagg
601   tgtttaatct  cggggctcaa  ccccgattcg  catctgaaac  tgcaaggctt  gagtgcagaa
661   gaggaaagtg  gaattccacg  tgtagcggtg  aaatgcgtag  agatgtggag  gaacaccagt
721   ggcgaaggcg  actttctggg  ctgtaactga  cgctgaggcg  cgaaagcgtg  gggagcaaac
781   aggattagat  accctggtag  tccacgccgt  aaacgatgaa  tgctaggtgt  taggggtttc
841   gataccettg  gtgccgaagt  taacacatta  agcattccgc  ctggggagta  cgctcgcaag
901   agtgaaactc  aaaggaattg  acggggaccc  gcacaagcag  tggagtatgt  ggtttaattc
961   gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt  gacatccctc  tgaatcacct  agagataggt
1021  gcggcccttc  ggggacagag  gagacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga
1081  gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgatt  ttagttgcca  gcacttcggt
1141  gggcactcta  gaatgactgc  cggtgacaaa  ccggaggaag  gcggggatga  cgtcaaatca
1201  tcatgcccct  tatgacctgg  gctacacacg  tactacaatg  gccgttacaa  cgggaagcga
1261  aggagcgatc  tggagcgaat  cctaaaaagg  cggtctcagt  tcggattgca  ggctgcaact
1321  cgcctgcatg  aagtcggaat  tgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt
1381  cccgggtctt  gtacacaccg  cccgtcacac  cacgagagtt  tacaacaccc  gaagccggtg
1441  gggtaaccgc  aaggagccag  ccgtcgaagg  tggggtagat  gattggggtg  aagtcgtaac
1501  aaggtagccg  tatcggaagg  tgtgggtgga  tcacctcctt  ata
```

620. *Paenibacillus pini*（松树类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-108。*Paenibacillus pini* Kim et al.，2011，sp. nov.（松树类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**S22 = JCM 16418 = KACC 14198 = KCTC 13694。**★16S rRNA 基因序列号：**GQ423056。**★种名释意：***pini* 为松树之意，故其中文名称为松树类芽胞杆菌（L. gen. n. *pini*，of a pine tree）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $S22^T$ 分离自韩国大田市松树根际土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格好氧，能运动，杆状［（0.6～0.8）μm ×（2.9～3.6）μm］。芽胞端生或次端生，胞囊膨大。在 NA 或 R2A 培养基培养时，菌落呈脐状凸起，奶黄色、黄色，在 TSA 培养基中，菌落呈圆凸起，香蕉黄色。**★生理特性：**在盐浓度为 0～3%时能生长，在 pH 为 5.0～8.0 时能生长（最适为 7.0～8.0）。在 10～37℃时能生长，最适温度为 20～30℃。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性，能水解淀粉、纤维素和吐温 80。不能水解酪蛋白、明胶和果胶。API 50CH、API 20E、API 20NE 和 API ZYM 结果表明，能水解七叶苷，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、β-半乳糖苷酶和亮氨酸芳基酰胺酶为阳性，能利用 D-葡萄糖、N-乙酰-葡萄糖胺、D-麦芽糖、葡萄糖酸钾、3-羟基丁酮。下列反应为阴性：产吲哚、α-胰凝乳蛋白酶、精氨酸双水解酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、α-岩藻糖苷酶、酯酶（C14）、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸苷酶、赖氨酸脱羧酶、α-甘露

糖苷酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶、脲酶、缬氨酸芳基酰胺酶。不产 H_2S。由下列物质产酸：苦杏仁苷、纤维二糖、七叶苷、葡萄糖、N-乙酰葡萄糖胺、糖原、乳糖、麦芽糖、核糖、淀粉、海藻糖和苦杏仁糖（弱）。不能由下列物质产酸：核糖醇、DL-阿拉伯糖、DL-阿糖醇、熊果苷、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-岩藻糖、海藻糖、果糖、半乳糖、葡萄糖酸、2-酮-葡萄糖酸、甲基-D-葡萄糖苷、5-酮基-葡萄糖酸盐、肌醇、菊糖、D-木糖、甘露醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甘露糖、蜜二糖、松三糖、棉籽糖、鼠李糖、水杨苷、山梨醇、山梨糖、蔗糖、D-己酮糖、D-松二糖、木糖醇和 L-木糖。**化学特征：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.3 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 S22^{T} 属于 *Paenibacillus*，与亲缘关系最近的 *Paenibacillus anaericanus* MH21^{T} 和 *Paenibacillus ginsengisoli* Gsoil 1638^{T} 的同源性均为 95.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggagttgaag  agaagcttgc
61     ttctctgatg  gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag  gcaacctgcc  tgtaagactg
121    ggataactac  cggaaacggt  agctaatacc  ggataattga  tttcctcgca  tgaggagatg
181    atgaaagatg  gagcaatcta  tcacttacag  atgggcctgc  ggcgcattag  ctagttggtg
241    gggtaatggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgaa  cggccacact
301    gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg
361    acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc  gtaaagctct
421    gttgccaggg  aagaacgtcc  ggtagagtaa  ctgctaccgg  agtgacggta  cctgagaaga
481    aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  tagggggcaa  gcgttgtccg
541    gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gctgtttaag  tctggtgttt  aatcctgggg
601    ctcaaccccg  ggtcgcactg  gaaactggac  agcttgagta  cagaagagga  gagtggaatt
661    ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagatatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgactct
721    ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781    ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  ggtgttaggg  gtttcgatac  ccttggtgcc
841    gaagttaaca  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggtc  gcaagactga  aactcaaagg
901    aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961    accttaccag  gtcttgacat  cccgatgcaa  acactagaga  tagtgtcctt  cttcggaaca
1021   tcggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc
1081   cgcaacgagc  gcaacccttg  attttagttg  ccagcacttc  gggtgggcac  tctagaatga
1141   ctgccggtga  caaaccggag  gaaggcgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac
1201   ctgggctaca  cacgtactac  aatggtcgat  acaacgggta  gcgaaggagc  gatctggagc
1261   caatcctatc  aaagtcgatc  tcagttcgga  ttgcaggctg  caacccgcct  gcatgaagtc
1321   ggaattgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg  gtcttgtaca
1381   caccgcccgt  cacaccacga  gagtttacaa  cacccgaagt  cggtggggta  acccgcaagg
1441   gagccagccg  ccgaaggtgg  ggtagatgat  tggggtg
```

621. *Paenibacillus pinihumi*（赤松土类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-109。*Paenibacillus pinihumi* Kim et al.，2010，sp. nov.（赤松土类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**S23 = JCM 16419 = KACC 14199 = KCTC 13695。**★16S rRNA 基因序列号：**GQ423057。**★种名释意：***pinihumi* 中 *pinus* 为松树之意，*humus* 为土壤之

意，故其中文名称为赤松土类芽胞杆菌（L. n. *pinus*，a pine；L. n. *humus*，soil；N.L. gen. n. *pinihumi*，of soil from a pine tree）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 S23^{T} 从韩国大田市松树根际土壤中分离而来。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格好氧，靠周生鞭毛运动，单个细胞杆状［（0.6～0.8）μm ×（1.6～3.5）μm］。芽胞椭圆形，端生或次端生。在 NA 或 TSA 培养基上生长的菌落为圆形，粗糙，浅黄色，凸起，具完整边缘。**★生理特性：**在 NaCl 含量为 0～3%，pH 5.5～9.0（最适 pH 7.5），温度 15～37℃（最适 25～30℃）可生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阴性，氧化酶为阳性。能水解淀粉和羧甲基纤维素，但不能水解酪蛋白、明胶、果胶或吐温 80。在 API ZYM 检测时，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、α-半乳糖苷酶和 β-半乳糖苷酶为阳性，但下列酶活性为阴性：酯酶（C14）、酯酶（C18）、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-α-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。在 API 50CH 反应中，可利用七叶苷和海藻糖产酸，但不能利用其他碳源产酸。在 API 20NE 反应中，七叶苷、ONPG、D-甘露醇和 D-麦芽糖的水解反应为阳性，其他的测试为阴性。API 20E 反应中，PNPG 和产 3-羟基丁酮反应为阳性，其他测试均为阴性。**化学特征：**主要呼吸醌是 MK-7。细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 $C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 49.5 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 S23^{T} 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus tarimensis* SA-7-6^{T} 的亲缘关系最近，与 *Paenibacillus* 种类的同源性为 89.9%～95.9%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggacttgaag  agaagcttgc
61    ttctcggata  gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag  gtaacctgcc  tgtaagactg
121   ggataacatt  cggaaacgaa  tgctaatacc  ggatacgcgg  tttgatcgca  tggtcgaacc
181   gggaaagacg  gagcaatctg  tcacttacag  atggacctgc  ggcgcattag  ctagttggtg
241   aggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact
301   gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg
361   acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgaggaagg  ccttcgggtc  gtaaagctct
421   gttgccaggg  aagaacgggt  ggaggagtaa  ctgccttcat  catgacggta  cctgagaaga
481   aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  tagggggcaa  gcgttgtccg
541   gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gctttgtaag  tcgggtgttt  aaacttgggg
601   ctcaacctca  agtcgcatcc  gaaactgcaa  ggcttgagta  cagaagagga  aagtggaatt
661   ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgacttt
721   ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781   ggtagtccac  gccgtaaacg  atgaatgcta  ggtgttaggg  gtttcgatac  ccttggtgcc
841   gaagttaaca  cattaagcat  tccgcctggg  gagtacggtc  gcaagactga  aactcaaagg
901   aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961   accttaccag  gtcttgacat  ccctctgaat  cctctagaga  tagaggcggc  cttcgggaca
1021  gaggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc
1081  cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcacttt  gggtgggcac  tctaggatga
1141  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac
1201  ctgggctaca  cacgtactac  aatgggcagt  acaacgggaa  gcgaagtcgc  gaggcggagc
```

1261　caatccttaa　aagctgctct　cagttcggat　tgcaggctgc　aactcgcctg　catgaagtcg
1321　gaattgctag　taatcgcgga　tcagcatgcc　gcggtgaata　cgttcccggg　tcttgtacac
1381　accgcccgtc　acaccacgag　agtttacaac　acccgaagtc　ggtggggtaa　ccgcaaggag
1441　ccagccgccg　aaggtggggt　agatgattgg　ggtg

622. *Paenibacillus pinesoli*（针叶林土类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-110。*Paenibacillus pinesoli* Moon et al.，2014，sp. nov.（针叶林土类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**NB5 = KACC 17472 = KEMB 9005-025 = JCM 19203。**★16S rRNA 基因序列号：**KC415175。**★种名释意：***pinesoli* 中 *pinus* 为松树之意，*solum* 为土壤之意，故其中文名称为针叶林土类芽胞杆菌（L. n. *pinus*，pine；L. n. *solum*，soil；N.L. gen. n. *pinesoli*，of pine soil）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 NB5^T 分离于韩国京畿大学针叶林土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，好氧，可运动，杆状［（0.9～1.2）μm×（1.5～4.0）μm］。芽胞中生或次端生，胞囊不膨大。在 TSA 培养基上 30℃培养 2 d 的菌落黄色，奶油状，圆形，凸起，边缘整齐，直径 1～3 mm。**★生理特性：**生长 pH 为 6.0～9.5，最适 pH 为 6.5～9.5；生长温度为 15～45℃，最适温度为 25～40℃；可在 0～5% NaCl 浓度下生长，最适盐浓度为 0～3%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。由下列物质产酸：D-木糖、D-葡萄糖、D-甘露醇、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁苷、D-麦芽糖、D-岩藻糖、美沙酮、糖原和苦杏仁糖。由下列物质产酸活性弱：D-半乳糖、D-果糖、D-甘露糖、N-乙酰-葡萄糖胺、熊果苷、水杨苷、D-纤维二糖、D-蜜二糖、D-蔗糖、D-松三糖、D-棉籽糖、D-松二糖、葡萄糖酸钾和 5-酮基葡萄糖酸钾。不能由下列物质产酸：甘油、L-阿拉伯糖、D-核糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、L-鼠李糖、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、D-乳糖、菊糖或 L-岩藻糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 54.5 mol%。基于 16S rRNA 的序列分析表明，菌株 NB5^T 与 *P. nanensis* MX2-3^T 和 *P. agaridevorans* DSM 1355^T 的同源性分别为 96.8% 和 96.5%。16S rRNA 基因序列如下。

1　ggacgaacgc　tggcggcgtg　cctaatacat　gcaagtcgag　cggacttgat　ggagtgcttg
61　cactcctgat　agttagcggc　ggacgggtga　gtaacacgta　ggtaacctgc　ctgtaagact
121　gggataacat　tcggaaacga　atgctaatac　cggatacgcg　agttggtcgc　atggccgact
181　cgggaaagac　ggagcaatct　gtcacttaca　gatggacctg　cggcgcatta　gctagttggt
241　gaggtaacgg　ctcaccaagg　cgacgatgcg　tagccgacct　gagagggtga　tcggccacac
301　tgggactgag　acacggccca　gactcctacg　ggaggcagca　gtagggaatc　ttccgcaatg
361　gacgaaagtc　tgacggagca　acgccgcgtg　agtgatgaag　gttttcggat　cgtaaagctc
421　tgttgccagg　gaagaacgct　tgggagagta　actgctccca　aggtgacggt　acctgagaag
481　aaagccccgg　ctaactacgt　gccagcagcc　gcggtaatac　gtagggggca　agcgttgtcc
541　ggaattattg　ggcgtaaagc　gcgcgcaggc　ggtcaattaa　gtctggtgtt　taaggctggg
601　gctcaacccc　agttcgcact　ggaaactggt　tgacttgagt　gcagaagagg　aaagtggaat
661　tccacgtgta　gcggtgaaat　gcgtagagat　gtggaggaac　accagtggcg　aaggcgactt
721　tctgggctgt　aactgacgct　gaggcgcgaa　agcgtgggga　gcaaacagga　ttagataccc
781　tggtagtcca　cgccgtaaac　gatgaatgct　aggtgttagg　ggtttcgata　cccttggtgc

841	cgaagttaac	acattaagca	ttccgcctgg	ggagtacggt	cgcaagactg	aaactcaaag
901	gaattgacgg	ggacccgcac	aagcagtgga	gtatgtggtt	taattcgaag	caacgcgaag
961	aaccttacca	ggtcttgaca	tctgaatgac	cggtgcagag	atgtgccttt	ccttcgggac
1021	attcaagaca	ggtggtgcat	ggttgtcgtc	agctcgtgtc	gtgagatgtt	gggttaagtc
1081	ccgcaacgag	cgcaacccct	atttttagtt	gccagcactt	cgggtgggca	ctctaaagag
1141	actgccggtg	acaaaccgga	ggaaggtggg	gatgacgtca	aatcatcatg	ccccttatga
1201	cctgggctac	acacgtacta	caatggccag	tacaacggga	agcgaaaccg	cgaggtggag
1261	ccaatcctat	caaagctggt	ctcagttcgg	attgcaggct	gcaactcgcc	tgcatgaagt
1321	cggaattgct	agtaatcgcg	gatcacaatg	ccgcgggtgg	aatacgtttc	ccgggtcttt
1381	gtacacaccc	gcccgtcaca	ccacggagag	tttacaacac	ccgaagtcgg	tggggtaacc
1441	cgcaagggag	ccagccgccg	aaggtggggt	agatgattgg	gggtgaa	

623. *Paenibacillus pocheonensis*（抱川类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-111。*Paenibacillus pocheonensis* Baek et al.，2010，sp. nov.（抱川类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Gsoil 1138 = KCTC 13941 = LMG 23404。**★16S rRNA 基因序列号：**AB245386。**★种名释意：***pocheonensis* 意为模式菌株分离自韩国抱川，故其中文名称为抱川类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *pocheonensis*，of or pertaining to Pocheon Province in South Korea，the source of the soil sample from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Gsoil 1138^T 从韩国抱川人参种植地的土壤中分离而来。**★形态特征：**在 R2A 培养基上培养 2 d 后观察，细胞为革兰氏阳性，可运动，杆状[（0.5～1.0）μm×（3.0～6.0）μm]。菌落不规则，淡黄色，凸起。芽胞椭圆形，次端生，胞囊膨大。**★生理特性：**好氧，兼性厌氧。生长温度为 15～30℃，pH 为 5.0～8.5，NaCl 浓度为 0～2.0 %（w/v）。在营养琼脂培养基或胰酪胨大豆琼脂培养基上能生长，但在麦康凯琼脂培养基上不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不能将硝酸盐氧化还原成亚硝酸盐。可降解木聚糖、纤维素、几丁质、酪蛋白和 DNA。**化学特征：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为（52.1±0.2）mol%（HPLC）。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 Gsoil 1138^T 与 *P. chondroitinus* 和 *P. alginolyticus* 的同源性分别为 98.2%和 96.5%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gagtttgatc	ctggctcagg	acgaacgctg	gcggcgtgcc	taatacatgc	aagtcgagcg
61	gagcacttcg	gtgcttagcg	gcggacgggt	gagtaacacg	taggcaacct	gcctgtaaga
121	ccgggataac	tatcggaaac	gatagctaag	accggataac	tggttttctc	gcatgggaga
181	atcatgaaac	acggagcaat	ctgtggctta	cagatgggcc	tgcggcgcat	tagctagttg
241	gtgaggtaac	ggctcaccaa	ggcgacgatg	cgtagccgac	ctgagagggt	gaacggccac
301	actgggactg	agacacggcc	cagactccta	cgggaggcag	cagtagggaa	tcttccgcaa
361	tggacgcaag	tctgacggag	caacgccgcg	tgagtgatga	aggttttcgg	atcgtaaagc
421	tctgttgccc	tagacgaaca	gcatcaggag	taactgcctg	gtgtgtgacg	gtataggaga
481	agaaagcccc	ggctaactac	gtgccagcag	ccgcggtaat	acgtaggggg	caagcgttgt
541	ccggaattat	tgggcgtaaa	gcgcgcgcag	gcggttaatt	aagttgggtg	tttaagcccg

601	gggctcaacc	ccggttcgca	tccaaaactg	gttgacttga	gtgtaggaga	ggaaagtgga
661	attccacgtg	tagcggtgaa	atgcgtagag	atgtggagga	acaccagtgg	cgaaggcgac
721	tttctggcct	ataactgacg	ctgaggcgcg	aaagcgtggg	gagcaaacag	gattagatac
781	cctggtagtc	cacgccgtaa	acgatgcata	ctaggtgttg	gggattcgat	tcctcggtgc
841	cgaagttaac	acagtaagta	tgccgcctgg	ggagtacgct	cgcaagagtg	aaactcaaag
901	gaattgacgg	ggacccgcac	aagcagtgga	gtatgtggtt	taattcgaag	caacgcgaag
961	aaccttacca	ggtcttgaca	tccctctgac	cggtctggag	acaggccttc	ccttcggggc
1021	agaggagaca	ggtggtgcat	ggttgtcgtc	agctcgtgtc	gtgagatgtt	gggttaagtc
1081	ccgcaacgag	cgcaaccctt	gatcttagtt	gccagcattt	cggatgggca	ctctaagatg
1141	actgccggtg	acaaaccgga	ggaaggtggg	gatgacgtca	aatcatcatg	ccccttatga
1201	cctgggctac	acacgtacta	caatggtcgg	tacaacggga	agcgaagccg	cgaggcggag
1261	ccaatcctta	taagccgatc	tcagttcgga	ttgcaggctg	caactcgcct	gcatgaagtc
1321	ggaattgcta	gtaatcgcgg	atcagcatgc	cgcggtgaat	acgttcccgg	gtcttgtaca
1381	caccgcccgt	cacaccacga	gagtttacaa	cacccgaagt	cggtgaggta	accgcaaggg
1441	gccagccgcc	gaaggtgggg	tagatgattg	gggtgaagtc	gtaacag	

624. *Paenibacillus polymyxa*（多黏类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-112。*Paenibacillus polymyxa*（Prazmowski，1880）Ash et al.，1994，comb. nov.（多黏类芽胞杆菌）= *Bacillus polymyxa*（Prazmowski，1880）Macé，1889（Approved Lists 1980）。**★模式菌株：**ATCC 842 = CCUG 7426 = CFBP 4258 = CIP 66.22 = DSM 36 = HAMBI 635 = HAMBI 1897 = IFO（now NBRC）15309 = JCM 2507 = LMG 13294 = NCCB 24016 = NCTC 10343 = NRRL B-4317 = VKM B-514。**★16S rRNA 基因序列号：**D16276。**★种名释意：***polymyxa* 中 *polu* 为多之意，*myxa* 为黏液之意，故其中文名称为多黏类芽胞杆菌（Gr. pref. *polu*，many；Gr. n. *myxa*，slime or mucus；N.L. n. *polymyxa*，much slime）。

【种类描述】★菌株来源：广泛栖息于自然环境下，如土壤、灰尘、空气和水中。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，不产色素，以周生鞭毛运动，杆状［（0.6～0.8）μm ×（2～5）μm］。芽胞椭圆形，端生或中生，胞囊明显膨大。菌落直径为 2～4 mm。**★生理特性：**生长温度为 5～40℃，在 pH 4.6 时可快速生长，产生大量的酪酸、H_2 及少量 CO_2。在含 10%的 NaCl 时不能生长。**★生化特性：**可以由多种糖类物质产酸（有时也产气），但不能由核糖醇和山梨醇产酸。可水解 ONPG。脲酶和精氨酸双水解酶为阴性。不能利用柠檬酸。能降解羧甲基纤维素、DNA、蛋白质和淀粉。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43 mol%～46 mol%（Bd）。16S rRNA 基因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc	ggggttaatt	agaagcttgc
61	ttctaactaa	cctagcggcg	gacgggtgag	taacacgtag	gcaacctgcc	cacaagactg
121	ggataactac	cggaaacggt	agctaatacc	cgatgcctcc	ttttcctgca	tgggagaagg
181	aggaaaggcg	gagcaatctg	tcacttgtgg	atgggcctgc	ggcgcattag	ctagttggtg
241	gggtaaaggc	ctaccaaggc	gacgatgcgt	agccgacctg	agagggtgat	cggccacact
301	gggactgaga	cacggcccag	actcctacgg	gaggcagcag	tagggaatct	tccgcaatgg

361	gcgaaagcct	gacggagcaa	cgccgcgtga	gtgatgaagg	ttttcggatc	gtaaagctct
421	gttgccaggg	aagaacgtct	tgtagagtaa	ctgctacaag	agtgacggta	cctgagaaga
481	aagccccggc	taactacgtg	ccagcagccg	cggtaatacg	tagggggcaa	gcgttgtccg
541	gaattattgg	gcgtaaagcg	cgcgcaggcg	gctctttaag	tctggtgttt	aatcccgagg
601	ctcaacttcg	ggtcgcactg	gaaactgggg	agcttgagtg	cagaagagga	gagtggaatt
661	ccacgtgtag	cggtgaaatg	cgtagagatg	tggaggaaca	ccagtggcga	aggcgactct
721	ctgggctgta	actgacgctg	aggcgcgaaa	gcgtggggag	caaacaggat	tagataccct
781	ggtagtccac	gccgtaaacg	atgaatgcta	ggtgttaggg	gtttcgatac	ccttggtgcc
841	gaagttaaca	cattaagcat	tccgcctggg	gagtacggtc	gcaagactga	aactcaaagg
901	aattgacggg	gacccgcaca	agcagtggag	tatgtggttt	aattcgaagc	aacgcgaaga
961	accttaccag	gtcttgacat	ccctctgacc	ggtctagaga	taggaccttt	ccttcgggac
1021	agaggagaca	ggtggtgcat	ggttgtcgtc	agctcgtgtc	gtgagatgtt	gggttaagtc
1081	ccgcaacgag	cgcaaccctt	atgcttagtt	gccagcaggt	caagctgggc	actctaagca
1141	gactgccggt	gacaaaccgg	aggaaggtgg	ggatgacgtc	aaatcatcat	gccccttatg
1201	acctgggcta	cacacgtact	acaatggccg	gtacaacggg	aagagcgaag	gagcgatctg
1261	gagccaatcc	tagaaaagcc	ggtctcagtt	cggattgtag	gctgcaactc	gcctacatga
1321	agtcggaatt	gctagtaatc	gcggatcagc	atgccgcggt	gaatacgttc	ccgggtcttg
1381	tacacaccgc	ccgtcacacc	acgagagttt	acaacacccg	aagtcggtga	ggtaaccgca
1441	aggagccagc	cgccgaaggt	ggggtagatg	attggggtga	agtcgtaaca	a

625. *Paenibacillus popilliae*（丽金龟子类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-113。*Paenibacillus popilliae*（Dutky，1940）Pettersson et al.，1999，comb. nov.（丽金龟子类芽胞杆菌）= *Bacillus popilliae* Dutky，1940。**★模式菌株：**ATCC 14706 = CCUG 28881 = CIP 106066 = NCCB 75017 = NRRL B-2309。**★16S rRNA 基因序列号：**AB073198。**★种名释意：***Popillia* 为日本丽金龟子的属名之意，故其中文名称为丽金龟子类芽胞杆菌（N.L. n. *Popillia*，generic name of the Japanese beetle；N.L. gen. n. *popilliae*，of *Popillia*）。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株分离自受感染的日本丽金龟子幼虫血淋巴。**★形态特征：**营养细胞革兰氏染色可变或阴性，产芽胞的细胞为革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［（0.5～0.8）μm ×（1.3～5.2）μm］。芽胞椭圆形，中生或端生，胞囊膨大。需要特殊培养基，如 J-broth 或 MYPGP，这些培养基上形成的菌落呈浅黄色，直径小于 1 mm。在实验室产芽胞量少，芽胞可在感病幼虫体内萌发生长。**★生理特性：**最高生长温度为 31℃，最低生长温度为 20℃。菌株在 5% NaCl 或 NB 培养基中不能生长。J-broth 培养基中含 0.001%溶菌酶时菌株能生长。大部分菌株在 2% NaCl 或 150 μg/ml 的万古霉素中能生长。**★生化特性：**V-P 反应为阴性，V-P 培养基的 pH 是 5.7～6.2。过氧化氢酶为阴性。不能水解酪蛋白、明胶和淀粉。不能由阿拉伯糖、甘露醇或木糖产酸，由葡萄糖和海藻糖产酸。硝酸盐不能被还原，不产吲哚，不能降解苯丙氨酸。**★化学特性：**细胞主要脂肪酸为 $C_{16:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 $C_{15:0}$。**★分子特性：**种内各菌株之间的 DNA-DNA 杂交关联度为 73%～77%。DNA 的 G+C 含量为 41 mol%（T_m）。16S rRNA 基因序列如下。

1	cgaacgctgg	cggcgtgcct	aatacatgca	agtcgagcgg	actcaacggt	ttccttcggg
61	aaaccgttag	gttagcggcg	gacgggtgag	taatacgtag	gtaacctgcc	cttaagactg
121	ggataactca	cggaaacgtg	ggctaatacc	ggataggcga	tttgctcgca	tgagggaatc
181	gggaaaggcg	gagcaatctg	ccacttatgg	atggacctac	ggcgcattag	ctagttggtg
241	gggtaacggc	tcaccaaggc	gacgatgcgt	agccgacctg	agagggtgat	cggccacact
301	gggactgaga	cacggcccag	actcctacgg	gaggcagcag	tagggaatct	tccgcaatgg
361	acgcaagtct	gacggagcaa	cgccgcgtga	gtgatgaagg	ttttcggatc	gtaaagctct
421	gttgccaggg	aagaacgcta	tggagagtaa	ctgttccata	ggtgacggta	cctgagaaga
481	aagccccggc	taactacgtg	ccagcagccg	cggtaatacg	tagggggcaa	gcgttgtccg
541	gaattattgg	gcgtaaagcg	cgcgcaggcg	gtcatgtaag	tctggtgttt	aaacccgggg
601	ctcaactccg	ggtcgcatcg	gaaactgtgt	gacttgagtg	cagaagagga	aagtggaatt
661	ccacgtgtag	cggtgaaatg	cgtagagatg	tggaggaaca	ccagtggcga	aggcgacttt
721	ctgggctgta	actgacgctg	aggcgcgaaa	gcgtggggag	caaacaggat	tagataccct
781	ggtagtccac	gccgtaaacg	atgaatgcta	ggtgttaggg	gtttcgatac	ccttggtgcc
841	gaagttaaca	cattaagcat	tccgcctggg	gagtacggtc	gcaagactga	aactcaaagg
901	aattgacggg	gacccgcaca	agcagtggag	tatgtggttt	aattcgaagc	aacgcgaaga
961	accttaccag	gtcttgacat	ccctctgacc	gcgctagaga	tagggcttcc	cttcggggca
1021	gaggagacag	gtggtgcatg	gttgtcgtca	gctcgtgtcg	tgagatgttg	ggttaagtcc
1081	cgcaacgagc	gcaaccctta	actttagttg	ccagcattga	gttgggcact	ctagagtgac
1141	tgccggtgac	aaaccggagg	aaggtgggga	tgacgtcaaa	tcatcatgcc	ccttatgacc
1201	tgggctacac	acgtactaca	atggctggta	caacgggaag	cgaagccgcg	aggtggagcg
1261	aatcctaaaa	agccagtctc	agttcggatt	gcaggctgca	actcgcctgc	atgaagtcgg
1321	aattgctagt	aatcgcggat	cagcatgccg	cggtgaatac	gttcccgggt	cttgtacaca
1381	ccgcccgtca	caccacgaga	gtttacaaca	cccgaagtcg	gtggggtaac	cgcaaggagc
1441	cagccgccga	aggtggggta	gatgattggg	gtgaagtcgt	aacaaggtag	ccgtatcgga
1501	agg					

626. *Paenibacillus profundus*（深度类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-114。*Paenibacillus profundus* Romanenko et al.，2013，sp. nov.（深度类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Sl 79 = KMM 9420 = NRIC 0885。**★16S rRNA 基因序列号：**AB712351。**★种名释意：***profundus* 为深度之意，故其中文名称为深度类芽胞杆菌((pro.fun′dus. L. adj. *profundus*，deep)。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Sl 79^{T} 分离自日本海 488 m 深层的沉积物。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，形成芽胞，以周生鞭毛运动，杆状［(1.2～1.5）μm ×（2.4～2.8）μm］。芽胞椭圆形，胞囊膨大。具有两种不同的菌落形态：常见的为白色粗糙皱缩型（w 型）；暗黄色光滑有光泽型（y 型）。w 型为弱运动或不运动（由于鞭毛丢失）。**★生理特性：**可在 R2A、TSA 和 TSB 培养基上生长。生长的 NaCl 浓度为 0～5%（最适 1%～2%），生长温度为 5～42℃（最适 30～35℃），在含 6% NaCl 和 45℃及以上时不能生长。生长 pH 为 6.0～9.0（最适 pH7.0～8.0）。对下列物质敏感：万古霉素（30 μg）、庆大霉素（10 μg）、羧苄西林（100 μg）、链霉素（30 μg）、氧氟沙星（5 μg）、萘啶酮酸（30 μg）、头孢霉素（30 μg）、先锋霉素（30 μg）、新霉素（30 μg）、氯霉素（30 μg）、氨苄西林（10 μg）、

青霉素 G（10 U）、林可霉素（15 μg）、夹竹桃霉素（15 μg）、苯唑西林（10 μg）、利福平（5 μg）、四环素（30 μg）、多西环素（10 μg）和红霉素（15 μg），但抗卡那霉素（30 μg）和多黏菌素 B（300 U）。**★生化特性：**氧化酶为弱阳性（w 型）或阳性（y 型），过氧化氢酶 w 型为阳性而 y 型为阴性。产 H_2S。能水解淀粉、明胶、吐温 80 和 DNA。不能水解酪蛋白、几丁质、黄嘌呤、次黄嘌呤和酪氨酸。溶血活性可变。API 50CH/B 分析结果显示，可利用甘油、核糖、D-木糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、肌醇、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、D-纤维二糖、D-麦芽糖、D-乳糖、D-蜜二糖、D-蔗糖、D-岩藻糖、D-松三糖、D-棉籽糖、美沙酮、糖原、苦杏仁糖、D-松二糖、L-岩藻糖和葡萄糖酸钾，不能利用赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、D-甘露醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、D-山梨醇、菊糖、木糖醇、D-木糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、2-酮基葡萄糖酸钾和 5-酮基葡萄糖酸钾。API ZYM 分析结果表明，下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、β-半乳糖苷酶。而下列酶活性为阴性：酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。API 20E 分析结果显示，下列反应为阳性：ONPG 水解、精氨酸双水解酶、柠檬酸利用、厌氧条件下产 H_2S、明胶水解、产 3-羟基丁酮（V-P）为弱阳性。下列反应为阴性：赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶、产吲哚。不能利用 D-葡萄糖、L-鼠李糖、D-蜜二糖、L-阿拉伯糖、D-甘露醇、肌醇、D-山梨醇、D-蔗糖和苦杏仁苷。y 型细菌利用 D-葡萄糖、D-蔗糖和苦杏仁苷为弱阳性（温育 5 d）。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。主要极性脂为磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、一种未知磷脂和三种未知氨基磷脂。**★分子特性：**16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 Sl 79^T 与 *P. apiarius* NRRL NRS-1438^T 的同源性为 97.7%，与 *Paenibacillus* 其他菌株的同源性均低于 96.7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gtcagacgaa  cgcggcggcg  tgctaataca  tcaagtcgag  cggagttgat  agagtgcttg
61    cactcttgat  gcttagcggc  ggacgggtga  gtaacacgta  ggtaacctgc  ctgtgagact
121   gggataacta  ccggaaacgg  tagctaatac  cggatagaca  ttttcctcgc  ctgagggaaa
181   tgggaaagac  ggagcaatct  gtcacttgca  gatggacctg  cggcgcatta  gctagttggt
241   ggggtaacgg  ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac
301   tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg
361   gacgcaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg  agtgatgaag  gttttcggat  cgtaaagctc
421   tgttgccagg  gaagaacgcc  agggagagta  actgctctct  gggtgacggt  acctgagaag
481   aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc
541   ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggtgatgtaa  gttgggtgtt  taaacctagg
601   gctcaacctt  gggtcgcatc  caaaactgca  tgacttgagt  acagaagagg  aaagtggaat
661   tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagatat  gtggaggaac  accagtggcg  aaggcgactt
721   tctgggctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcaaacagga  ttagataccc
781   tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgaatgct  aggtgttagg  ggtttcgata  cccttggtgc
```

841	cgaagttaac	acattaagca	ttccgcctgg	ggagtacggt	cgcaagactg	aaactcaaag
901	gaattgacgg	ggacccgcac	aagcagtgga	gtatgtggtt	taattcgaag	caacgcgaag
961	aaccttacca	ggtcttgaca	tccctctgac	cgtcctagag	atagggcttt	ccttcgggac
1021	agaggagaca	ggtggtgcat	ggttgtcgtc	agctcgtgtc	gtgagatgtt	gggttaagtc
1081	ccgcaacgag	cgcaaccctt	aactttagtt	gccagcattg	agttgggcac	tctagagtga
1141	ctgccggtga	caaaccggag	gaaggtgggg	atgacgtcaa	atcatcatgc	cccttatgac
1201	ctgggctaca	cacgtactac	aatggctggt	acaacgggaa	gcgaagccgc	gaggtgaagc
1261	caatcctaaa	aagccagtct	cagttcggat	tgcaggctgc	aactcgcctg	catgaagtcg
1321	gaattgctag	taatcgcgga	tcagcatgcc	gcggtgaata	cgttcccggg	tcttgtacac
1381	accgcccgtc	acaccacgag	agtttacaac	acccgaagtc	ggtgaggtaa	ccgcaaggag
1441	ccagccgccg	aaggtggggt	agatgattgg	ggtgaagtcg	taacaaggta	gccgtatcgg
1501	aaggtgcggc	tggat				

627. *Paenibacillus prosopidis*（牧豆树类芽胞杆菌）

【**种类编号**】3-57-115。*Paenibacillus prosopidis* Valverde et al.，2010，sp. nov.（牧豆树类芽胞杆菌）。★**模式菌株：**PW21 = CECT 7506 = DSM 22405 = LMG 25259。★**16S rRNA 基因序列号：**FJ820995。★**种名释意：***prosopidis* 意为模式菌株分离自牧豆树，故其中文名称为牧豆树类芽胞杆菌（L. n. *prosopis*，name of a plant，and also a botanical genus name；L. gen. n. *prosopidis*，of *Prosopis*，isolated from *Prosopis farcta*）。

【**种类描述**】★**菌株来源：**菌株 PW21^T 分离自牧豆树根瘤。★**形态特征：**细胞革兰氏染色可变，以一个极性鞭毛运动，形成芽胞，杆状。芽胞圆形，端生，胞囊微膨大或不膨大。在 NA 培养基上的菌落白色-浅黄色，圆形，光滑，凸起，直径为 1～3 mm。★**生理特性：**生长 pH 为 6.5～8（最适 pH 7），在 pH 5.7 或 pH 9 时不能生长。在含 2% NaCl 时可以生长，但在含 5% NaCl 时不能生长。在 37℃生长，但 4℃不能生长，40℃生长较弱，最适生长温度为 30℃。★**生化特性：**硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。β-半乳糖苷酶为阳性，下列反应为阴性：产吲哚、苯丙氨酸脱氨酶、脲酶、精氨酸双水解酶、鸟氨酸脱羧酶或赖氨酸脱羧酶。产 3-羟基丁酮活性弱。水解七叶苷，但不能水解明胶（API 20NE 和 API 20E）。水解纤维素、淀粉和木聚糖，但不能水解酪蛋白。API 20NE 分析结果显示，能利用葡萄糖、L-阿拉伯糖、甘露醇、麦芽糖、葡萄糖酸和苹果酸，不能利用 N-乙酰葡萄糖胺、癸酸、柠檬酸、己二酸、L-苹果酸和苯乙酸，利用甘露糖活性弱。由葡萄糖产酸但不产气。API 50CH 分析结果表明，由下列物质产酸：L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、甲基-α-D-木糖苷、半乳糖、葡萄糖、半乳糖醇、山梨醇、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖和苦杏仁苷。不能由下列物质产酸：甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、核糖醇、L-山梨糖、L-鼠李糖、肌醇、甘露醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、菊糖、松三糖、木糖醇、苦杏仁糖、松二糖、L-木糖、己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇和 L-阿糖醇，由甘露糖、果糖和糖原产酸活性为弱阳性。可水解熊果苷和七叶苷。★**化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油、糖脂、一种未知脂质和两种未知氨基磷酸糖脂。未检测到肽聚糖的特征氨基酸 *meso*-二氨基庚二酸。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量

为 52.9 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 PW21^T 与 *P. glycanilyticus* DS-1^T 和 *P. castaneae* Ch-32^T 的同源性均为 96.9%，而 DNA-DNA 杂交关联度均低于 25%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       tagagtttga  tcctggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61      cggatcttat  ccttcgggat  aagattagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  taggtaacct
121     gcccgtaaga  ctgggataac  attcggaaac  gaatgctaat  accggataca  cagcttggtc
181     gcatgacctt  gctgggaaag  atggagcaat  ctatcactta  cggatggacc  tgcggcgcat
241     tagctagttg  gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
301     gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa
361     tcttccgcaa  tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgatga  aggttttcgg
421     atcgtaaagc  tctgttgcca  gggaagaacg  cttgggagag  taactgctct  caaggtgacg
481     gtacctgaga  agaaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg
541     caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggccttgt  aagtctgttg
601     tttaaactcg  gggctcaacc  ccgagtcgca  atggaaactg  caaagcttga  gtgcccaaca
661     ttaaagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtagaaga  acaccagtgg
721     cggaggggat  tttctgggct  gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag
781     gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgaatg  ctaggtgtta  ggggtttcga
841     taccettggt  gccgaagtta  acacattaag  cattccgcct  ggggagtacg  gtcgcaagac
901     tgaaactcaa  aggaattgac  ggggacccgc  acaagcagtg  gagtatgtgg  tttaattcga
961     agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga  catccctctg  accgctctag  agatagggct
1021    ttccttcggg  acagaggaga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg
1081    ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcac  tttgggtggg
1141    cactctaaga  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca
1201    tgccccttat  gacctgggct  acacacgtac  tacaatggcc  gatacaacgg  gaagcgaaac
1261    cgcgaggtgg  agccaatcct  atcaaagtcg  gtctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg
1321    cctgcatgaa  gtcggaattg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc
1381    cgggtcttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttta  caacacccga  agccggtggg
1441    gtaacccgca  agggagctag  ccgtcgaagg  tggggtagat  gattggggga  agt
```

628. *Paenibacillus provencensis*（普罗旺斯类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-116。*Paenibacillus provencensis* Roux et al.，2008，sp. nov.（普罗旺斯类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**4401170 = CCUG 53519 = CIP 109358。**★16S rRNA 基因序列号：**EF212893。**★种名释意：***provencensis* 意为模式菌株分离自法国普罗旺斯，故其中文名称为普罗旺斯类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *provencensis*，pertaining to Provence，the region of France where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 4401170^T 分离自法国普罗旺斯一名患者的脑脊液。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，以周生鞭毛运动，杆状［（0.8～1.1）μm ×（1.9～4.2）μm］，形成芽胞。绵羊血琼脂培养基生长 24 h 的菌落圆形，淡灰色，光滑，有光泽，直径 5 mm。**★生理特性：**最适生长温度为 30～37℃、最适 NaCl 浓度为 5%（w/v）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性、氧化酶为阴性。V-P 反应为阴性。API ZYM 结果表明，β-半乳糖苷酶活性为阳性，但下列酶活性为阴性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、酯酶（C14）、

亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰氨酶、半胱氨酸芳基酰氨酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖醛苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-葡萄糖胺酶、α-甘露糖苷酶和α-岩藻糖苷酶。API 50CH 结果表明，培养 24 h 后，可由下列物质产酸：D-葡萄糖、D-果糖、七叶苷、柠檬酸铁、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、D-乳糖、蜜二糖、棉籽糖、淀粉和糖原；培养 48 h 后，可由下列物质产酸：D-半乳糖、D-甘露糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺和苦杏仁苷；由下列物质产酸活性弱：L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、熊果苷、蔗糖、龙胆二糖和葡萄糖酸钾；不能由下列物质产酸：甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、D-核糖醇、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖、肌醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、海藻糖、菊糖、松三糖、糖原、木糖醇、松二糖、D-来苏糖、D-塔格糖、DL-岩藻糖、DL-阿糖醇、2-酮基葡萄糖酸钾、5-酮基葡萄糖酸钾。API 20NE 结果表明，硝酸盐不能还原为亚硝酸盐，不产吲哚；水解七叶苷，不水解明胶；精氨酸双水解酶和脲酶为阴性；不能利用下列物质：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-甘露糖、D-甘露醇、D-乙酰葡萄糖胺、麦芽糖、葡萄糖酸钾、葵酸、己二酸、苹果酸、柠檬酸三钠和苯乙酸。**★化学特性：**主要脂肪酸是 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{14:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**基于 16S rRNA 基因序列系统发育分析表明，菌株 4401170^T 与 *P. massiliensis* 2301065^T、*P. illinoisensis* NRRL NRS-61356^T、*P. xylanilyticus* XIL14^T、*P. barcinonensis* BP-23^T、*P. pabuli* NCIMB 12781^T 和 *P. amylolyticus* NRRL NRS-290^T 的同源性分别为 94.3%、93.8%、95.4%、94.0%、92.3%和 93.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggagtcgatg  aggagcttgc
61     ttctctgaga  cttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag  gtaacctgcc  cataagactg
121    ggataactac  cggaaacggt  agctaatacc  ggataggttc  ttctctcgca  tgggagagga
181    aagaaagacg  gagcaatctg  tcacttatgg  atggacctgc  ggcgcattag  ctagttggtg
241    gggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact
301    gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg
361    gcgaaagcct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc  gtaaagctct
421    gttgccaggg  aagaacgtct  cttagagtaa  ctgctaagag  agtgacggta  cctgagaaga
481    aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  tagggggcaa  gcgttgtccg
541    gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtcatttaag  ttgggtgttt  aaccccaggg
601    ctcaaccctg  ggtcgcaccc  aaaactggat  gacttgagtg  cagaagagga  gagtggaatt
661    ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgactct
721    ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781    ggtagtccac  gccgtaaacg  atgaatgcta  ggtgttaggg  gtttcgatac  ccttggtgcc
841    gaagttaaca  cattaagcat  tccgcctggg  gagtacggtc  gcaagactga  aactcaaagg
901    aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961    accttaccag  gtcttgacat  ccctctgayc  ggtatagaga  tatacctttc  cttcgggaca
1021   gaggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc
1081   cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcaggta  aggctgggca  ctctaaggtg
1141   actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga
1201   cctgggctac  acacgtacta  caatggccag  tacaacggga  agcgaagccg  cgaggtggag
```

1261　cgaatcctaa　aaagctggtc　tcagttcgga　ttgcaggctg　caactcgcct　gcatgaagtc
1321　ggaattgcta　gtaatcgcgg　atcagcatgc　cgcggtgaat　acgttcccgg　gtcttgtaca
1381　caccgcccgt　cacaccacga　gagtttacaa　cacccgaagc　cggtggggta　accgcaagga
1441　gccagccgtc　gaaggtg

629. *Paenibacillus pueri*（普洱茶类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-117。*Paenibacillus pueri* Kim et al.，2009，sp. nov.（普洱茶类芽胞杆菌）。★**模式菌株：**b09i-3 = CECT 7360 = KCTC 13223。★**16S rRNA 基因序列号：**EU391156。★**种名释意：***pueri* 意为模式菌株分离自普洱茶，故其中文名称为普洱茶类芽胞杆菌（N.L. n. *puerum*，Pu’er，a tea from China；N.L. gen. n. *pueri*，of Pu’er）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 b09i-3^T 分离自我国云南普洱茶。★**形态特征：**细胞革兰氏阳性，可运动，芽胞近端生，兼性厌氧，单个细胞呈略微弯曲杆状［（0.5～0.8）μm×（2.5～3.5）μm］。在 TSB 琼脂培养基上菌落为圆形、光滑、乳白色、直径为 3～5 mm。★**生理特性：**菌株用 TSB 培养，生长温度为 25～42℃，最适生长温度为 37℃；适应的盐浓度为 0～6%（w/v）NaCl；生长的 pH 为 5.5～10.4。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。可水解明胶、吐温 80 和淀粉，不能水解酪蛋白、纤维素和木聚糖。产 3-羟基丁酮、柠檬的利用、β-半乳糖苷酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和硝酸盐还原为阳性，但精氨酸双水解酶、苯丙氨酸脱氨酶、脲酶色氨酸脱氨酶、产 H_2S 和吲哚为阴性。可利用下列物产酸：熊果苷、L-阿拉伯糖、七叶苷、果糖、半乳糖、龙胆二糖、葡萄糖、甘油、肌醇、5-酮基葡萄糖酸、甘露糖、麦芽糖、甘露醇、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、核糖、水杨苷、山梨醇、蔗糖、海藻糖、松二糖、D-木糖，但不能利用下列物产酸：核糖醇、苦杏仁苷、D-阿糖醇、L-阿糖醇、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、半乳糖醇、D-岩藻糖、糖原、菊糖、乳糖、D-来苏糖、α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、甲基-β-D-木糖苷、鼠李糖、山梨糖、淀粉、D-已酮糖、木糖醇或 L-木糖。★**化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。主要极性脂是二磷脂酰甘油、磷脂酰单甲基乙醇胺、磷脂酰乙醇胺和磷脂酰甘油。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量 56.6 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 b09i-3^T 与 *P. ginsengihumi* DCY16^T、*P. chinjuensis* WN9^T 和 *P. validus* DSM 3037^T 的同源性分别为 97.4%、94.2%和 94.2%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gctggcggcg　tgcctaatac　atgcaagtcg　agcgctggag　cgtttccttc　gggaracaat
61　ccggagcggc　ggacgggtga　gtaacacgta　ggcaacctgc　ccgtaagact　gggataacta
121　ccggaaacgg　tagctaatac　cggataggtg　gcttcttcgc　atggagaggy　caagaaacgc
181　ggttccgatt　cgttcggggc　tgcggcttac　ggatgggcct　gcggcgcatt　agctagttgg
241　cagggtaatg　gcctaccaag　gcgacgatgc　gtagccgacc　tgagagggtg　atcggccaca
301　ctgggactga　gacacggccc　agactcctac　gggaggcagc　agtagggaat　cttccgcaat
361　gggcgaaagc　ctgacggagc　aacgccgcgt　gagtgatgaa　ggttttcgga　tcgtaaagct
421　ctgttgccaa　ggaagaacgg　cccggagggt　aactactccg　ggagtgacgg　tacttgagaa
481　gaaagccccg　gctaactacg　tgccagcagc　cgcggtaata　cgtagggggc　aagcgttgtc
541　cggaattatt　gggcgtaaag　cgcgcgcagg　cggtctgtta　agtcttgtgt　ttaagcccgg
601　ggctcaaccc　cggttcgcat　gggaaactgg　cagtacttga　gtgcaggaga　ggaaagcgga
661　attccacgtg　tagcggtgaa　atgcgtagag　atgtggagga　acaccagtgg　cgaaggcggc

```
721   tttctggact  gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac
781   cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaggtgtcg  gggtttcga  tacccgcggt
841   gccgaagtta  acgcaataag  cactccgcct  ggggagtacg  ctcgcaagag  tgaaactcaa
901   aggaattgac  ggggacccgc  acaagcagtg  gagtatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga
961   agaaccttac  caggtcttga  catccctttg  accggtgcag  agatgtgcct  ttccttcggg
1021  acagaggaga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag
1081  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttatctttag  ttgccagcat  tcaggtgggc  actctagagt
1141  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg
1201  acctgggcta  cacacgtact  acaatggccg  gtacagaggg  aagcgaagcc  gcgaggtgga
1261  gcgaatccca  aaaaagcggt  ctcagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagt
1321  cggaattgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggtcttgtac
1381  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttaca  acacccgaag  tcggtggggt  aaccgcaagg
1441  agccagccgc  cgaagg
```

630. *Paenibacillus puldeungensis*（草洲类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-118。*Paenibacillus puldeungensis* Traiwan et al.，2011，sp. nov.（草洲类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CAU 9324 = CCUG 59189 = KCTC 13718。**★16S rRNA 基因序列号：**GU187433。**★种名释意：***puldeungensis* 意为韩语词汇草洲，故其中文名称为草洲类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *puldeungensis*，of/from puldeung，the Korean word for a grassy sandbank such as the one from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CAU 9324^T 分离自韩国的草洲（多草湿地）。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［0.3 μm ×（1.3～2.3）μm］，不可运动，芽胞中生或端生。菌落呈白色，扁平，表面光滑。**★生理特性：**生长温度为 20～45℃，最适温度为 30℃。生长 pH 为 5.0～11.0，最适 pH 为 6.0。耐受的盐浓度为 0～15%（w/v）NaCl，最适为 3%。**★生化特性：**氧化酶为阳性，过氧化氢酶为阴性。可利用下列物质产酸：甘油、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、β-D-吡喃木糖苷、葡萄糖、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、菊糖、棉籽糖、淀粉、龙胆二糖和葡萄糖酸，但不能利用下列物质产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、果糖、核糖醇、半乳糖、甘露糖、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、甲基-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁糖、熊果苷、海藻糖、松三糖、糖原、木糖醇、松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖或 L-岩藻糖、D-阿糖醇或 L-阿糖醇、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸。亮氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、缬氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶为阳性，碱性磷酸酶、β-葡萄糖苷酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。主要脂肪酸为 iso-$C_{14:0}$（5.2%）、$C_{14:0}$（3.0%）、iso-$C_{15:0}$（3.9%）、anteiso-$C_{15:0}$（53.2%）、$C_{15:0}$（1.5%）、iso-$C_{16:0}$（9.0%）、$C_{16:0}$（17.0%）和 anteiso-$C_{17:0}$（3.9%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.8 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 CAU 9324^T 与 *P. motobuensis* MC10^T、*P. macerans* IAM 12467^T、*P. sanguinis* 2301083^T、*P. timonensis* 2301032^T 和 *P. barengoltzii* SAFN-016^T 的同源性分别为 96.4%、

96.2%、96.2%、96.2%和 96.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gcggacgggt gagtaacacg taggcaacct gcccgtaaga ctgggataac taccggaaac
61    ggtagctaat accggataat ttatyttgcc gcatggtgag ataatgaaag gcggagyaat
121   ctgtcactta cggatgggcc tgcggcgcat tagctagttg gtagggtaac ggcctaccaa
181   ggcgacgatg cgtagccgac ctgagagggt gaacggccac actgggactg agacacggcc
241   cagactccta cgggaggcag cagtagggaa tcttccgcaa tggacgaaag tctgacggag
301   caacgccgcg tgagtgaaga aggttttcgg atcgtaaagc tctgttgcca gggaagaacg
361   tccttaagag taactgctta aggagtgacg gtacctgaga agaaagcccc ggctaactac
421   gtgccagcag ccgcggtaat acgtaggggg caagcgttgt ccggaattat tgggcgtaaa
481   gcgcgcgcag gcggctgttt aagtctggtg tttaatcctg gggctcaact ccgggtcgca
541   ctggaaactg gacagcttga gtgcagaaga ggagagtgga attccacgtg tagcggtgaa
601   atgcgtagag atgtggagga acaccagtgg cgaaggcgac tctctgggct gtaactgacg
661   ctgaggcgcg aaagcgtggg gagcaaacag gattagatac cctggtagtc cacgccgtaa
721   acgatgaatg ctaggtgtta ggggtttcga tacccttggt gccgaagtta acacattaag
781   cattccgcct ggggagtacg gtcgcaagac tgaaactcaa aggaattgac ggggacccgc
841   acaagcagtg gagtatgtgg tttaattcga agcaacgcga agaaccttac caggtcttga
901   catctgaatg accggtrcag agatgtgcct ttccttcggg acattcaaga caggtggtgc
961   atggttgtcg tcagctcgtg tcgtgagatg ttgggttaag tcccgcaacg agcgcaaccc
1021  ttaagcttag ttgccagcac gtaatggtgg gcactctagg ctgactgccg gtgacaaacc
1081  ggaggaaggt ggggatgacg tcaaatcatc atgcccctta tgacctgggc tacacacgta
1141  ctacaatggc cggtacaacg ggaagcgaag tcgcgagatg gagcgaatcc tagaaaagcc
1201  ggtctcagtt cggattgcag gctgcaactc gcctgcatga agtcggaatt gctagtaatc
1261  gcggatcagc atgccgcggt gaatacgttc ccgggtcttg tacacaccgc ccgtcacacc
1321  acgagagttt acaacacccg aagtcggtga ggtaaccgca aggagccagc cgccgaaggt
1381  ggggtagatg attggggtga agtcgtaac
```

631. *Paenibacillus purispatii*（洁净间类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-119。*Paenibacillus purispatii* Behrendt et al.，2011，sp. nov.（洁净间类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ES_MS17 = CIP 110057 = DSM 22991。**★16S rRNA 基因序列号：**EU888513。**★种名释意：***purispatii* 中 *purus* 为洁净之意，*spatium* 为房间之意，故其中文名称为洁净间类芽胞杆菌（L. adj. *purus -a -um*，clean；L. n. *spatium*，room；N.L. gen. n. *purispatii*，of a clean room）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ES_MS17^T 分离自位于荷兰诺德维克的欧洲空间研究和技术中心（ESTEC）的航天器组装洁净间。**★形态特征：**细胞杆状（0.8 μm × 4.0 μm），以侧生鞭毛运动。芽胞椭圆形，大小为 1.8 μm × 1.1 μm，端生，胞囊膨大。菌落呈白色，平坦，表面光滑。新生菌落透明，有光泽，微凸起，边缘整齐；老菌落变成不透明，白色至浅黄色，扁平，黏附在平板表面。细胞的革兰氏染色可变：透明菌落为革兰氏阴性（KOH 测试），但老菌落为革兰氏阳性且细胞较易脱色。**★生理特性：**生长温度为 10～39℃，最适温度为 32℃。生长 pH 为 5.0～10.0，最适 pH 为 7.0。适应的盐浓度为 0.05%～5%（w/v）NaCl。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶和 β-半乳糖苷酶为阳性。可由硫代硫酸钠产 H_2S。下列反应为阴性：精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸

脱氨酶、脲酶、产吲哚和 V-P 反应。能水解淀粉和七叶苷，但不能水解明胶和酪蛋白。葡萄糖厌氧发酵产酸但不产气。不能利用柠檬酸。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。API 20E 分析结果显示，由下列物质产酸：葡萄糖、蔗糖、苦杏仁苷和 L-阿拉伯糖。不能由下列物质产酸：D-甘露醇、肌醇、D-山梨醇、L-鼠李糖和 D-蜜二糖，该系统中的其他碳水化合物均不能发酵产酸。★**化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁肽聚糖类型为 A1α，含 L-Lys-D-Asp。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺，还有两种未知糖脂、三种未知磷脂和氨基磷脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（45.1%）、$C_{16:0}$（17.4%）、anteiso-$C_{17:0}$（9.8%）、iso-$C_{15:0}$（6.3%）、iso-$C_{16:0}$（6.2%）、$C_{16:1}\omega 11c$（6.0%）和 iso-$C_{17:0}$（5.0%）。★**分子特性：**基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 ES_MS17^T 和 N3/975^T 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus* 种类的同源性均低于 97%。尽管菌株 ES_MS17^T 和 N3/975^T 之间的同源性很高，但 DNA-DNA 杂交实验结果表明，它们属于不同的种，分别命名为 *Paenibacillus purispatii* sp. nov.（ES_MS17^T）和 *Paenibacillus uliginis* sp. nov.（N3/975^T）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agtcgagcgg  acttgatgag  gagcttgctc  ctctgatagt  tagcggcgga  cgggtgagta
61    acacgtaggc  aacctgccct  taagactggg  ataactaccg  gaaacggtag  ctaataccgg
121   ataatttatt  ttgccgcatg  gcgaaataat  gaaaggcgga  gcaatctgcc  acttgaggat
181   gggcctgcgg  cgcattagct  agttggtggg  gtaatggccc  accaaggcga  cgatgcgtag
241   ccgacctgag  agggtgaacg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga
301   ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac  gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagt
361   gatgaaggtt  ttcggatcgt  aaagctctgt  tgccagggaa  gaacgcttag  gagagtaact
421   gctcctgagg  tgacggtacc  tgagaagaaa  gccccggcta  actacgtgcc  agcagccgcg
481   gtaatacgta  gggggcaagc  gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt
541   tctttaagtc  tggtgtttaa  acctggggct  caacttcagg  tcgcactgga  aactggggaa
601   cttgagtgca  gaagaggaga  gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagatatgtg
661   gaggaacacc  agtggcgaag  gcgactctct  gggctgtaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc
721   gtggggagca  aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gaatgctagg
781   tgttaggggt  ttcgataccc  ttggtgccga  agttaacaca  ttaagcattc  cgcctgggga
841   gtacggtcgc  aagactgaaa  ctcaaaggaa  ttgacgggga  cccgcacaag  cagtggagta
901   tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  ctctgaccgg
961   tacagagatg  tacctttcct  tcgggacaga  ggagacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc
1021  tcgtgtcgtg  agatgttggg  ttaagtcccg  caacgagcgc  aacccttgat  cttagttgcc
1081  agcaggttaa  gctgggcact  ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga
1141  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac  acgtactaca  atggctggta
1201  caacgggaag  cgaagccgcg  aggtggagcc  aatcctataa  aagccagtct  cagttcggat
1261  tgcaggctgc  aactcgcctg  catgaagtcg  gaattgctag  taatcgcgga  tcagcatg
```

632. *Paenibacillus quercus*（麻栎类芽胞杆菌）

【**种类编号**】3-57-120。*Paenibacillus quercus* Wang et al.，2014，sp. nov.（麻栎类芽胞杆菌）★**模式菌株：**1-25 = CCTCCAB2013265 = KCTC 33194。★**16S rRNA 基因序列号：**JX409872。★**种名释意：**菌株分离自麻栎，故其中文名称为麻栎类芽胞杆菌（quer'cus. L. fem. gen. n. quercus of an oak tree，where the strain was isolated from）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 1-25^T 分离自我国陕西太白山锐齿麻栎的根系土。★形态特征：细胞为革兰氏阳性，形成芽胞，杆状，可运动。在 BPB 培养基上的菌落有光泽，光滑，有黏性，透明，凸起，圆形。★生理特性：生长温度为 20～35℃，最适温度为 28℃。生长 pH 为 6.5～8.0（最适 pH 7.5）。生长的 NaCl 浓度为 0～4%（w/v）（最适 0.5%）。对刚果红、甲基红、亚甲蓝和结晶紫敏感。★生化特性：氧化酶和吐温 80 水解为阳性，但过氧化氢酶、柠檬酸利用、硝酸盐还原、苯丙氨酸脱氨酶为阴性，不能水解明胶、淀粉和几丁质。能利用麦芽糖、D-山梨醇、D-半乳糖和 L-鼠李糖作为唯一碳源，但乙酸钠不能作为唯一碳源。能以 L-甲硫氨酸和苯丙氨酸作为唯一氮源，但不能以 L-脯氨酸、L-天冬酰胺、L-甘氨酸和 L-精氨酸作为唯一氮源。★化学特性：主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 41.6 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 1-25^T 与 *P. harenae* 和 *P. castaneae* 的同源性分别为 96.0%和 95.9%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat cctggctcag gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc
61    ggagtttgaa aggtgcttgc acctttcaaa cttagcggcg gacgggtgag taacacgtgg
121   gcaacctgcc tgcaagactg ggataacatc cggaaacgga tgctaatacc ggatacgcaa
181   tagagtcgca tgattctatt gggaaagacg gagtaatctg tcacttgtag atggacctgc
241   ggcgcattag ctagttggtg aggtaacggc tcaccaaggc gacgatgcgt agccgacctg
301   agagggtgat cggccacact gggactgaga cacggcccag actcctacgg gaggcagcag
361   tagggaatct tccgcaatgg acgaaagtct gacggagcaa cgccgcgtga gtgatgaagg
421   ttttcggatc gtaaagctct gttgccaggg aagaacgctc aggagagtaa ctgctcctga
481   ggtgacggta cctgagaaga aagccccggc taactacgtg ccagcagccg cggtaatacg
541   tagggggcaa gcgttgtccg gaattattgg gcgtaaagcg cgcgcaggcg gttaattaag
601   tctggtgtat aatcttaggg ctcaacccta ggccgcactg gaaactggtt gacttgagta
661   cagaagagga aagtggaatt ccacgtgtag cggtgaaatg cgtagagatg tggaggaaca
721   ccagtggcga aggcgacttt ctgggctgta actgacgctg aggcgcgaaa gcgtggggag
781   caaacaggat tagataccct ggtagtccac gccgtaacga tgaatgctag gtgttagggg
841   tttcgatacc cttggtgccg aagttaacac attaagcatt ccgcctgggg agtacgttcg
901   caagaatgaa actcaaagga attgacgggg acccgcacaa gcagtggagt atgtggttta
961   attcgaagca acgcgaagaa ccttaccagg tcttgacatc cctctgaccg gtctagagat
1021  aggcctttcc ttcgggacag aggagacagg tggtgcatgg ttgtcgtcag ctcgtgtcgt
1081  gagatgttgg gttaagtccc gcaacgagcg caacccttga tcttagttgc cagcacttcg
1141  ggtgggcact ctaggatgac tgccggtgac aaaccggagg aaggtgggga tgacgtcaaa
1201  tcatcatgcc ccttatgacc tgggctacac acgtactaca atggccgata caacgggaag
1261  cgaagtcgcg aggcggagcc aatcctatca aagtcggtct cagttcggat tgcaggctgc
1321  aactcgcctg catgaagtcg gaattgctag taatcgcgga tcagcatgcc gcggtgaata
1381  cgttcccggg tcttgtacac accgcccgtc acaccacgag agtttacaac acccgaagtc
1441  ggtggggtaa cccgcaaggg agccagccgc cgaaggtggg gtagatgatt ggggtgaagt
1501  cgtaacaagg tagccgtatc ggaaggtgcg gctggatcac ctcctt
```

633. *Paenibacillus relictisesami*（芝麻粕类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-121。*Paenibacillus relictisesami* Shimoyama et al.，2014，sp. nov.

（芝麻粕类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**KB0549 = JCM 18068 = DSM 25385。**★16S rRNA 基因序列号：**AB567661。**★种名释意：***relictisesami* 中 *relictum* 为残渣之意，*sesamum* 为芝麻之意，故其中文名称为芝麻粕类芽胞杆菌（L. neut. n. *relictum*，residue；L. neut. n. *sesamum*，sesame；N.L. gen. n. *relictisesami*，of residue remaining after the extraction of sesame oil，the source of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 KB0549^T 分离自榨油坊的芝麻粕。**★形态特征：**细胞为革兰氏阳性，兼性厌氧，可运动，杆状［（0.2～0.3）μm×（2.0～3.0）μm］。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 YPD 培养基上的菌落扁平，光滑，圆形，浅黄色。**★生理特性：**生长温度为 15～45℃，最适温度为 37℃。pH 为 5.0～11.2，最适 pH 为 7.2。NaCl 浓度为 0～5%（w/v），最适为 3%，生长受到 5.5% NaCl 抑制。**★生化特性：**不产 H_2S，水解明胶，不能水解酪蛋白。API 50CH 分析结果表明，能利用甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、L-木糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-果糖、D-甘露糖、L-鼠李糖、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、柠檬酸铁、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、苦杏仁糖、松二糖、D-木糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖和 5-酮基葡萄糖酸。利用下列物质的能力弱：D-核糖醇、L-山梨糖、半乳糖醇、D-甘露醇、D-山梨醇、D-阿糖醇和 L-阿糖醇，不能利用葡萄糖酸。API 20E 分析结果表明，能水解 ONPG 和苦杏仁苷，下列反应均为阴性：精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸利用、产 H_2S、脲酶、色氨酸脱氨酶和产吲哚。菌株能产芝麻素酚，为首次报道。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、羟基-磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油和茚三酮阳性的糖脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量 51.9 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 KB0549^T 与 *P. cookii* 的同源性为 97.4%。16S rRNA 基因序列如下。

1	agagtttgat	cctggctcag	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc
61	ggagttgatg	gagagcttgc	tctcctgaga	cttagcggcg	gacgggtgag	taacacgtag
121	gcaacctgcc	cgtaagaccg	ggataactac	cggaaacggt	agctaatacc	ggataattta
181	tcgcttcgca	tggagcggta	atgaaagacg	gagcaatctg	tcacttacgg	atgggcctgc
241	ggcgcattag	ctagttggtg	gggtaacggc	tcaccaaggc	gacgatgcgt	agccgacctg
301	agagggtgaa	cggccacact	gggactgaga	cacggcccag	actcctacgg	gaggcagcag
361	tagggaatct	tccgcaatgg	gcgaaagcct	gacggagcaa	cgccgcgtga	gtgatgaagg
421	ttttcggatc	gtaaagctct	gttgccaggg	aagaacgtcg	ggtagagtaa	ctgctacccg
481	agtgacggta	cctgagaaga	aagccccggc	taactacgtg	ccagcagccg	cggtaatacg
541	tagggggcaa	gcgttgtccg	gaattattgg	gcgtaaagcg	cgcgcaggcg	gtcatttaag
601	tctggtgttt	aaggctaggg	ctcaactcta	gttcgcactg	gaaactgggt	gacttgagtg
661	cagaagagga	aagtggaatt	ccacgtgtag	cggtgaaatg	cgtagagatg	tggaggaaca
721	ccagtggcga	aggcgacttt	ctgggctgta	actgacgctg	aggcgcgaaa	gcgtggggag
781	caaacaggat	tagataccct	ggtagtccac	gccgtaaacg	atgaatgcta	ggtgttaggg
841	gtttcgatac	ccttggtgcc	gaagttaaca	cattaagcat	tccgcctggg	gagtacggtc
901	gcaagactga	aactcaaagg	aattgacggg	gacccgcaca	agcagtggag	tatgtggttt

961	aattcgaagc	aacgcgaaga	accttaccag	gtcttgacat	ccctctgacc	ggtctagaga
1021	taggcctttc	cttcgggaca	gaggagacag	gtggtgcatg	gttgtcgtca	gctcgtgtcg
1081	tgagatgttg	ggttaagtcc	cgcaacgagc	gcaacccttg	attttagttg	ccagcacttt
1141	gggtgggcac	tctaaaatga	ctgccggtga	caaaccggag	gaaggcgggg	atgacgtcaa
1201	atcatcatgc	cccttatgac	ctgggctaca	cacgtactac	aatggccagt	acaacgggaa
1261	gcgaagtcgc	gagatggagc	caatcctatc	aaagctggtc	tcagttcgga	ttgcaggctg
1321	caacccgcct	gcatgaagtc	ggaattgcta	gtaatcgcgg	atcagcatgc	cgcggtgaat
1381	acgttcccgg	gtcttgtaca	caccgcccgt	cacaccacga	gagtttacaa	cacccgaagt
1441	cggtggggta	accgcaagga	gccagccgcc	gaaggtgggg	taaatgattg	gggtgaagtc
1501	gtaacaaggt	agcc				

634. *Paenibacillus residui*（残渣类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-122。*Paenibacillus residui* Vaz-Moreira et al.，2010，sp. nov.（残渣类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MC-246 = CCUG 57263 = DSM 22072。**★16S rRNA 基因序列号：**FN293173。**★种名释意：***residui* 为残渣之意，故其中文名称为残渣类芽胞杆菌（L. n. *residuum*，leavings，scraps，residues；L. gen. n. *residui*，of leavings，scraps，residues）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MC-246^T 分离自城市垃圾堆肥。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，好氧，可运动，芽胞中生或端生，杆状［0.5 μm ×（1.4～1.6）μm］。在 PCA 培养基上培养 48 h 的菌落半透明，不规则。**★生理特性：**生长温度为 25～50℃，最适生长温度为 37℃。pH 为 7～9，最适 pH 为 7。耐受的最高盐浓度为 2%氯化钠、最适浓度为 1%。耐头孢菌素（30 μg）、头孢他啶（30 μg）、硫酸黏菌素（50 μg）和链霉素（10 μg）。不耐美罗培南（10 μg）、阿莫西林（25 μg）、庆大霉素（10 μg）、环丙沙星（5 μg）、SXT（磺胺甲恶唑/甲氧苄啶，23.75 μg/1.25 μg）、四环素（30 μg）、羟基噻吩青霉素（75 μg）和磺胺甲恶唑（25 μg）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不能利用柠檬酸盐、不产 H_2S、吲哚和 3-羟基丁酮。脲酶反应可变。酸性磷酸酶、碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阳性，精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶、酯酶（C14）、半胱氨酸芳基酰胺酶、α-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-甘露糖苷酶为阴性。可利用下列碳源：葡萄糖、麦芽糖、果糖、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁糖、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、海藻糖、苦杏仁糖、松二糖、D-己酮糖。不能利用下列碳源：L-阿拉伯糖、D-甘露糖、葡萄糖酸钾、N-乙酰葡萄糖胺、癸酸盐、己二酸、苹果酸、柠檬酸、乙酸苯酯、甘油、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、L-木糖、β-D-吡喃木糖苷甲酯、D-半乳糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、肌醇、山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、乳糖、蜜二糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、D-木糖、DL-岩藻糖、L-阿糖醇、2-酮基葡萄糖酸钾和 5-酮基葡萄糖酸钾。可由下列物质产酸：甘油、果糖、核糖、半乳糖醇、苦杏仁糖、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、海藻糖和苦杏仁糖。不能由下列物质产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、L-木糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-山梨糖、肌醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、

蜜二糖、蔗糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、D-木糖、D-岩藻糖、L-海藻糖、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾或 5-酮基葡萄糖酸钾。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量 49 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 MC-246^T 和 MC-247 属于 *Paenibacillus*，与亲缘关系最近的 *Paenibacillus ginsengarvi* 和 *Paenibacillus hodogayensis* 的同源性均<94.2%。菌株 MC-246^T 和 MC-247 的 16S rRNA 基因序列同源性高达 99.6%，而且 DNA-DNA 杂交关联度也高于 70%，因此二者是同一个种。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gcggcgtgcc taatacatgc aagtcgagcg gagcttagcc ttcctttgga aggctctggc
61    ttagcggcgg acgggtgagt aacacgtagg caacctgccc gtaagaccgg gataacttgc
121   ggaaacgtga gctaataccg gatagatagg aagagcgcat gctnttctta ggaaagacgg
181   agcaatctgt cacttacgga tgggcctgcg gcgcattagc tagttggtgg ggtaaaggcc
241   taccaaggcg acgatgcgta gccgacctga gagggtgacc ggccacactg ggactgagac
301   acggcccaga ctcctacggg aggcagcagt agggaatctt cggcaatgga cggaagtctg
361   accgagcaac gccgcgtgag tgaagaaggt tttcggatcg taaaactctg ttgccagaga
421   agaaagctaa ggagagtcac tgctctttgg ttgacggtat ctgagaagaa agccccggct
481   aactacgtgc cagcagccgc ggtaatacgt agggggcaag cgttgtccgg aattattggg
541   cgtaaagcgc gcgcaggcgg ctgagtaagt ctggtgttta aacctggggc tcaacctcgg
601   gtcgcattgg aaactgcttg gctggagtgc aggagaggaa agtggaattc cacgtgtagc
661   ggtgaaatgc gtagagatgt ggaggaacac cagtggcgaa ggcgactttc tggcctgtaa
721   ctgacgctga ggcgcgaaag cgtggggagc aaacaggatt agataccctg gtagtccacg
781   ccgtaaacga tgaatgctag gtgtcagggg tttcgatacc cttggtgccg aagttaacac
841   attaagcatt ccgcctgggg agtacggtcg caagactgaa actcaaagga attgacgggg
901   acccgcacaa gcagtggagt atgtggttta attcgaagca acgcgaagaa ccttaccagg
961   tcttgacatc cctctgaccg ttctagagat agggcttccc ttcggggcag aggagacagg
1021  tggtgcatgg ttgtcgtcag ctcgtgtcgt gagatgttgg gttaagtccc gcaacgagcg
1081  caacccttga tcttagttgc cagcattgag ttgggcactc taggatgact gccggtgaca
1141  aaccggagga aggtggggat gacgtcaaat catcatgccc cttatgacct gggctacaca
1201  cgtactacaa tggccggtac aacgggcagc gaaggagcga tccggagcga atcccaaaaa
1261  gccggtctca gttcggattg caggctgcaa ctcgcctgca tgaagtcgga attgctagta
1321  atcgcggatc agcatgccgc ggtgaatacg ttcccgggtc ttgtacacac cgcccgtcac
1381  accacgaaag tttacaacac ctgaagtcgg tgaggtaacc gcaaggagcc agccgccgaa
1441  ggtggggtag atgattgggg tgaagtctaa aaca
```

635. *Paenibacillus rhizosphaerae*（根际类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-123。*Paenibacillus rhizosphaerae* Rivas et al.，2005，sp. nov.（根际类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CECAP06 = CECT 5831 = LMG 21955。**★16S rRNA 基因序列号：**AY751754。**★种名释意：***rhizosphaerae* 中 *rhiza* 为根之意，*sphaera* 为范围之意，故其中文名称为根际类芽胞杆菌（Gr. fem. n. *rhiza*，root；L. fem. n. *sphaera -ae*，ball，any globe，sphere；N.L. gen. fem. n. *rhizosphaerae*，of the rhizosphere）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CECAP06^T 分离自阿根廷的鹰嘴豆（*Cicer arietinum*）

根际。★**形态特征**：细胞为革兰氏阳性，严格好氧，可运动，中生或端生芽胞，杆状[（0.9～1.0）μm×（3.0～3.1）μm]。在 NA 培养基上培养 48 h 后的菌落为圆形，凸起，浅黄色，不透明。★**生理特性**：生长温度为 10～37℃，最适生长温度为 28℃。pH 为 5～9，最适 pH 为 7。耐受的盐浓度为 0～5% NaCl。★**生化特性**：氧化酶和过氧化氢酶为阳性。不能利用葡萄糖产气。可由下列物质产酸：葡萄糖、L-阿拉伯糖、蔗糖、鼠李糖、蜜二糖、木糖、苦杏仁糖和甘露醇。可利用 N-乙酰葡萄糖胺、麦芽糖和苦杏仁糖作为碳源，不能利用肌醇、山梨醇、柠檬酸、丙酸、己二酸、苹果酸、癸酸盐乙酸苯酯作为碳源。β-半乳糖苷酶为阳性，但下列反应为阴性：明胶酶、脲酶、苯丙氨酸脱氨酶、酪蛋白酶、赖氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶、酪氨酸芳基酰胺酶。不产吲哚、二羟基丙酮和 H_2S。★**化学特性**：细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 51.3 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 CECAP06^T 与 *P. cineris* LMG 18439^T、*P. favisporus* LMG 20987^T 和 *P. azoreducens* DSM 13822^T 的同源性分别为 99.6%、99.4%和 97.7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tagagtttga  tcctggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61    cggacttgat  ggagagcttg  ctctcctgat  ggttagcggc  ggacgggtga  gtaacacgta
121   ggcaacctgc  ctgcaagacc  gggataaccc  acggaaacgt  gagctaatac  cggatatctc
181   atttcctctc  ctgagggaat  gacgaaagac  ggagcaatct  gtcacttgcg  gatgggcctg
241   cggcgcatta  gctagttggt  gaggtaacgg  ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct
301   gagagggtga  acggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca
361   gtatggaatc  ttccgcaatg  ggcgaaagcc  tgacggagca  acgccgcgtg  agtgatgaag
421   gttttcggat  cgtaaagctc  tgttgccagg  gaagaacgtc  cgatagagta  actgctatcg
481   gagtgacggt  acctgagacg  aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac
541   gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggtcatttaa
601   gtctggtgtt  taaggccaag  gctcaacctt  ggttcgcact  ggaaactggg  tgacttgagt
661   gcagaagagg  agagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagatat  gtggaggaac
721   accagtggcg  aaggcgactc  tctgggctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga
781   gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgaatgct  aggtgttagg
841   ggtttcgata  cccttggtgc  cgaagttaac  acattaagca  ttccgcctgg  ggagtacggt
901   cgcaagactg  aaactcaaag  gaattgacgg  ggacccgcac  aagcagtgga  gtatgtggtt
961   taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tccctctgac  cggtctagag
1021  atagaccttt  ccttcgggac  agaggagaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc
1081  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gattttagtt  gccagcactt
1141  cgggtgggca  ctctagaatg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggcggg  gatgacgtca
1201  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtacta  caatggccag  tacaacggga
1261  agcgaagccg  cgaggtggag  ccaatcctat  caaagctggt  ctcagttcgg  attgcaggct
1321  gcaactcgcc  tgcatgaagt  cggaattgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa
1381  tacgttcccg  ggtcttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttaca  acacccgaag
1441  tcggtgaggt  aaccgcaagg  agccagccgc  cgaaggtggg  gtagatgatt  ggggtgaagt
1501  cgtaacaagg  tagccgtatc  ggaaggtgtg  gctggatcac  ctcctta
```

636. *Paenibacillus rigui*（湿地类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-124。*Paenibacillus rigui* Baik et al.，2011，sp. nov.（湿地类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**WPCB173 = JCM 16352 = KCTC 13282。**★16S rRNA 基因序列号：**EU939688。**★种名释意：***rigui* 为湿地之意，故其中文名称为湿地类芽胞杆菌（L. gen. n. *rigui*，of a well-watered place，referring to where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 WPCB173^T 分离自韩国湿地。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，好氧，可运动，芽胞端生，杆状［（0.4～0.6）μm ×（2～5）μm］。在 TSA 培养基上 30℃生长 48 h 后的菌落直径 1 mm，不透明，浅黄色，凸起，边缘整齐。**★生理特性：**生长温度为 15～37℃，最适生长温度为 30℃。pH 是 5～8，最适 pH 为 6～7。耐受的最高盐浓度为 1%（w/v）NaCl。细胞对下列物质敏感：阿米卡星（30 μg）、氨苄西林（10 μg）、氯霉素（30 μg）、红霉素（15 μg）、庆大霉素（10 μg）、卡那霉素（30 μg）、萘啶酮酸（30 μg）、青霉素（10 IU）、多黏菌素 B（300 IU）、链霉素（10 μg）、四环素（30 μg）和万古霉素（30 μg）。**★生化特性：**能还原硝酸盐，不产 H_2S 和吲哚。过氧化氢酶和氧化酶为阳性。可水解淀粉和吐温 20，但不能水解羧甲基纤维素、酪蛋白、DNA、卵黄、明胶、吐温 80、L-酪氨酸和木聚糖。下列反应为阴性：发酵葡萄糖、七叶苷水解（β-葡萄糖苷酶）、β-半乳糖苷酶。精氨酸双水解酶、明胶酶和脲酶为阳性。不能利用葡萄糖、L-阿拉伯糖、麦芽糖、D-甘露醇、甘露糖和苹果酸，能利用 N-乙酰葡萄糖胺、癸酸、己二酸、柠檬酸钠、苯乙酸、糊精、苦杏仁糖、麦芽糖、麦芽三糖、蜜二糖、α-D-葡萄糖、异麦芽酮糖、蔗糖、海藻糖、松二糖、单琥珀酸和丙酮酸。利用下列碳源的能力弱：糖原、阿拉伯糖、半乳糖、D-甘露醇、甲基-α-D-葡萄糖苷、棉籽糖、D-核糖、D-山梨醇、木糖、乙酸和丙酮酸甲酯。α-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶和亮氨酸芳基酰胺酶为阳性，酸性磷酸酶、酯酶（C4）和酯酶（C8）为弱阳性。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。肽聚糖类型为 A1γ。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.3 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 WPCB173^T 与 *P. chinjuensis* WN9^T 和 *P. soli* DCY03^T 的同源性分别为 96.7%和 96.4%。DNA-DNA 杂交结果显示菌株 WPCB173^T 与 *P. soli* DCY03^T 和 *P. chinjuensis* WN9^T 的关联度分别为 10%和 19%、16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gaacgctggc  ggcgtgccta  atacatgcaa  gtcgagcgga  tttcaccttc  gggtgaagtt
61    agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtaggca  acctgcctgt  aagactggga  taactatcgg
121   aaacgatagc  taagaccgga  tagctggttc  tctcgcatga  gggaatcatg  aaacacggag
181   caatctgtgg  cttacagatg  ggcctgcggc  gcattagcta  gttggtgagg  taacggctca
241   ccaaggcgac  gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac
301   ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag  ggaatcttcc  gcaatggacg  caagtctgac
361   ggagcaacgc  cgcgtgagtg  atgaaggttt  tcggatcgta  aagctctgtt  gccagggaag
421   aacgctcagg  agagtaactg  ctcctgaggt  gacggtacct  gagaagaaag  ccccggctaa
481   ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  ggggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg
541   taaagcgcgc  gcaggcggtt  atttaagttt  ggtgtttaag  cccggggctc  aaccccggat
601   cgcactgaaa  actggatgac  ttgagtgcgg  gagaggaaag  tggaattcca  cgtgtagcgg
661   tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cgactttctg  gaccgtaact
```

721　gacgctgagg　cgcgaaagcg　tggggagcaa　acaggattag　ataccctggt　agtccacgcc
781　gtaaacgatg　agtgctaggt　gttaggggtt　tcgataccct　tggtgccgaa　gtaaacacag
841　taagcactcc　gcctggggag　tacgctcgca　agagtgaaac　tcaaaggaat　tgacggggac
901　ccgcacaagc　agtggagtat　gtggtttaat　tcgaagcaac　gcgaagaacc　ttaccaggtc
961　ttgacatccc　tctgcaagcc　atagagatat　ggccctcctt　cgggacagag　gagacaggtg
1021　gtgcatggtt　gtcgtcagct　cgtgtcgtga　gatgttgggt　taagtcccgc　aacgagcgca
1081　acccttgact　ttagttgcca　gcattaagtt　gggcactcta　gagtgactgc　cggtgacaaa
1141　ccggaggaag　gtggggatga　cgtcaaatca　tcatgcccct　tatgacctgg　gctacacacg
1201　tactacaatg　gccggtacaa　cgggaagcga　agccgcgagg　tggagcgaat　ctttagaagc
1261　cggtctcagt　tcggattgca　ggctgcaact　cgcctgcatg　aagtcggaat　tgctagtaat
1321　cgcggatcag　catgccgcgg　tgaatacgtt　cccgggtctt　gtacacaccg　cccgtcacac
1381　cacgagagtt　tacaacaccc　gaagtcggtg　gggtaacccg　caagggagcc　agccgccgaa
1441　ggtggggtag　atg

637. *Paenibacillus riograndensis*（里奥格兰德类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-125。*Paenibacillus riograndensis* Beneduzi et al.，2010，sp. nov.（里奥格兰德类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SBR5 = CCGB 1313 = CECT 7330。**★16S rRNA 基因序列号：**AY167820。**★种名释意：***riograndensis* 意为模式菌株分离自巴西里奥格兰德，故其中文名称为里奥格兰德类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *riograndensis*，referring to Rio Grande do Sul，the state located in Southern Brazil，where the strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SBR5^T 分离自里奥格兰德的小麦根际。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，兼性厌氧，可运动，端生芽胞，杆状［（0.65～0.80）μm ×（3.8～4.5）μm］。在 GB 培养基上 28℃培养 24 h 的菌落为圆形，凸起，白色，半透明，直径为 1～2 mm。**★生理特性：**最适生长温度为 28℃、最适生长 pH 为 7。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。不能利用 D-葡萄糖产气。可利用 D-葡萄糖、蔗糖、D-甘露糖、乳糖、棉籽糖、麦芽糖、木糖、甘露醇、阿拉伯糖、半乳糖、果糖、甘油、海藻糖产酸，不利用半乳糖醇和肌醇。菌株不能利用柠檬酸作为碳源，可水解淀粉，不能水解酪蛋白和七叶苷。不产羟基丁酮、明胶酶、脲酶、苯丙氨酸脱氨酶。不能还原硝酸盐，能固氮，产铁载体和吲哚乙酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.9 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 SBR5^T 与 *P. graminis* RSA19^T 的同源性为 98.1%。与 *P. graminis* RSA19^T、*P. odorifer* TOD45^T 和 *P. borealis* KK19^T 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 43%、35%和 28%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gcgccggcgc　cctcccttat　aactatacat　gctgttcgag　cggagtttat　ccttcggggt
61　aagcttagcg　gcggacgggt　gagtaacacg　taggcaacct　accctctaga　ctgggataac
121　taccggaaac　ggtagctaat　accggataat　tccttgaccc　tcctgggatt　gggatgaaag
181　gcggagcaat　ctgctgctaa　aggatgggcc　tgcggcgcat　tagctagttg　gtggggtaac
241　ggcctaccaa　ggcgacgatg　cgtagccgac　ctgagagggt　gaacggccac　actgggactg
301　agacacggcc　cagactccta　cgggaggcag　cagtagggaa　tcttccgcaa　tgggcgaaag
361　cctgacggag　caacgccgcg　tgagtgatga　aggttttcgg　atcgtaaagc　tctgttgcca

```
421   gggaagaacg  tccggtagag  taactgctac  cggagtgacg  gtacctgaga  agaaagcccc
481   ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg  caagcgttgt  ccggaattat
541   tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggctgctt  aagtctggtg  tttaaacctt  gggctcaacc
601   tggggtcgca  ctggaaactg  ggcagcttga  atacagaaga  ggaaagtgga  attccacgtg
661   tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcgac  tttctgggct
721   gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc
781   cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaggtgtta  ggggtttcga  tacccttggt  gccgaagtta
841   acacagtaag  cactccgcct  ggggagtacg  gtcgcaagac  tgaaactcaa  aggaattgac
901   ggggacccgg  acaagcagta  gagtatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agagccttac
961   caggtcttga  catccaacta  acgaagcaga  gatgcattag  gtgcccttcg  gggaaagttg
1021  agacaggtgg  tgcatggttg  tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgtgtt  aagtcccgca
1081  acgagcgcaa  cccttgactt  tagttgccag  caggtaaggc  tgggcactct  agagtgactg
1141  ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccc  ttatgacctg
1201  ggctacacac  gtactacaat  ggccggtaca  acgggaagcg  aagccgcgag  gtggagccaa
1261  tcccagcaaa  gccggtctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca  tgaagtcgga
1321  attgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggtc  ttgtacacac
1381  cgcccgtcac  accacgagag  tttacaacac  ccgaagtcgg  tggggtaacc  cgcaaggggg
1441  ccagccgccg  aaggtggggt  agatgatggg  ggaagtcgta  acagctaggt  agtgtgagcc
1501  tgcagg
```

638. *Paenibacillus sabinae*（圆柏类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-126。*Paenibacillus sabinae* Ma et al.，2007，sp. nov.（圆柏类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**T27 = CCBAU 10202 = DSM 17841。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ338444。**★种名释意：***sabinae* 意为模式菌株分离自圆柏，故其中文名称为圆柏类芽胞杆菌（N.L. gen. n. *sabinae*，of *Sabina*，referring to the plant *Sabina squamata*，the source of the rhizosphere soil from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $T27^T$ 分离自圆柏根系土。**★形态特征：**细胞为革兰氏阳性，好氧，可运动，芽胞中生或端生，杆状［（0.7～0.8）μm×（2.7～3.2）μm］。菌落圆形、凸起、光滑、边缘整齐。**★生理特性：**生长温度为 4～37℃，最适为 30℃。生长 pH 为 4.0～10.0（最适 7.2）。在 3%（w/v）NaCl 中生长，5%不生长。在含 0.001%（w/v）溶菌酶的条件下不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐可被还原为亚硝酸盐。V-P 和甲基红反应为阳性。固氮活性可由乙炔还原和 *nifH* 进行检测。不能利用下列碳水化合物产酸或产气：葡萄糖、蔗糖、乳糖、果糖、甘油、D-木糖、麦芽糖、山梨醇、琥珀酸钠、柠檬酸钠、甘氨酸和 L-天冬氨酸。不水解明胶、酪蛋白和淀粉。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.9 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 $T27^T$ 与 *P. azotofixans* 的同源性为 97.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  aacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    ggagttatga  tggagcttgc  tcctgattaa  cttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag
121   gcaacctgcc  ccttggactg  ggataactac  cggaaacggt  agctaatacc  ggataagacc
181   ttctggtgca  taccggaagg  cggaaaggcg  gagcaatctg  tcaccagggg  atgggcctgc
```

```
241   ggcgcattag  ctagttggtg  gggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg
301   agagggtgaa  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag
361   tagggaatct  tccgcaatgg  gcgaaagcct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg
421   ttttcggatc  gtaaagctct  gttgccaggg  aagaacgttt  tctagagtaa  ctgctagaga
481   agtgacggta  cctgagaaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
541   tagggggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gctgtttaag
601   tctggtgttt  aaaccatggg  ctcaacctgt  ggtcgcactg  gaaactgggc  agcttgagtg
661   cagaagagga  aagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca
721   ccagtggcga  aggcgacttt  ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag
781   caaacaagat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  ggtgttaggg
841   gtttcgatac  ccttggtgcc  gaagttaaca  cagtaagcac  tccgcctggg  gagtacggtc
901   gcaagactga  aactcaaagg  aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt
961   aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  ccctctgacc  ggactagaga
1021  tagtcctttc  cttcgggaca  gaggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1081  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  actttagttg  ccagcaggtg
1141  aagctgggca  ctctagagtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca
1201  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtacta  caatggccgg  tacaacggga
1261  agcgaagccg  cgaggtggag  ccaatcttat  aaagccggtc  tcagttcgga  ttgcaggctg
1321  caactcgcct  gcatgaagtc  ggaattgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat
1381  acgttcccgg  gtcttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttacaa  cacccgaagt
1441  cggtggggta  acccgcaagg  gagccagccg  ccgaaggtgg  ggtagatgat  tggggtgaag
1501  tcgtaacaag  gtagccgta
```

639. *Paenibacillus sacheonensis*（泗川类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-127。*Paenibacillus sacheonensis* Moon et al.，2011，sp. nov.（泗川类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SY01 = DSM 23054 = KACC 14895。**★16S rRNA 基因序列号：**GU124597。**★种名释意：***sacheonensis* 意为模式菌株分离自韩国泗川，故其中文名称为泗川类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *sacheonensis*，of or belonging to Sacheon，the city in Korea where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $SY01^T$ 分离自韩国泗川的海洋沉积物。**★形态特征：**细胞为革兰氏阴性，可运动，芽胞中生或端生，杆状［(0.8～1.0) μm × (2.8～3.8) μm］。在 TSB 琼脂平板上 30℃培养 48 h 的菌落直径为 1～2 mm，光滑，圆形，扁平，半透明。**★生理特性：**菌株生长温度为 10～40℃、最适生长温度是 30℃。pH 是 6～9、最适 pH 为 7.0。在不含 NaCl 的培养基上生长，在含 1.0%（w/v）NaCl 的培养基上不生长。不耐受卡那霉素、链霉素、庆大霉素、万古霉素、青霉素、红霉素、氨苄西林、氯霉素、四环素、哌拉西林/他唑巴坦（10∶1）。**★生化特性：**菌株可水解七叶苷、木聚糖、淀粉、明胶和纤维素。氧化酶为阳性，过氧化氢酶为阴性。β-半乳糖苷酶和产 3-羟基丁酮反应为弱阳性，精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、产 H_2S、脲酶、色氨酸脱氨酶、吲哚、葡萄糖发酵和硝酸盐还原为阴性。不能利用己酸乙酯、己二酸、柠檬酸、苹果酸、苯乙酸。可由下列化合物产酸：甘油、阿拉伯糖、核糖、木糖、半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、七叶苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、

蔗糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、苦杏仁糖和松二糖。不能由下列物质产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、D-核糖醇、β-D-吡喃木糖苷、D-甘露糖、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、α-D-吡喃甘露糖苷、α-D-吡喃葡萄糖苷、甲基、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、菊糖、木糖醇、D-木糖、D-已酮糖、D-岩藻糖、海藻糖、阿糖醇、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（47.2%）、iso-$C_{15:0}$（18.9%）和 iso-$C_{16:0}$（10.5%）。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、4 种未知的氨基磷脂、5 种未知磷脂和未知磷酸糖脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.9 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 SY01^T 与 *P. phyllosphaerae* PALXIL04^T、*P. tarimensis* SA-7-6^T 和 *P. mendelii* C/2^T 的同源性分别为 95.9%、94.6%和 94.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      cgagcggagt  tattccttcg  gggatggctt  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtaggca
61     acctgcctgg  aagaccggga  taacattcgg  aaacgaatgc  taataccgga  tacgcagttt
121    ccccgcatga  gggaactggg  aaagacggcg  caagctgtca  cttgcagatg  ggcctgcggt
181    gcattagcta  gttggtgggg  taacggctca  ccaaggcgac  gatgcatagc  cgacctgaga
241    gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag
301    ggaatcttcc  gcaatggacg  aaagtctgac  ggagcaacgc  cgcgtgagtg  atgaaggttt
361    tcggatcgta  aagctctgtt  gccagggaag  aacagccagg  cgagtaactg  cgcttggaat
421    gacggtacct  gagaagaaag  ccccggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag
481    ggggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggct  ttgtaagttt
541    ggtgtttaat  ctcagagctc  aactctgatt  cgcatcgaaa  actgcaaggc  ttgagtacag
601    aagaggaaag  tggaattcca  cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca
661    gtggcgaagg  cgactttctg  ggctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa
721    acaggattag  ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  aatgctaggt  gttaggggtt
781    tcgataccct  tggtgccgaa  gttaacacat  taagcattcc  gcctggggag  tacgctcgca
841    agagtgaaac  tcaaaggaat  tgacggggac  ccgcacaagc  agtggagtat  gtggtttaat
901    tcgaagcaac  gcgaagaacc  ttaccagctc  ttgacatccc  tctgaatcac  ctagagatag
961    gtgcggcctt  cgggacagag  gagacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga
1021   gatgttgggt  taagtcccgc  aacgagcgca  acccttgatc  ttagttgcca  gcacttcggg
1081   tgggcactct  aaggtgactg  ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc
1141   atcatgcccc  ttatgagctg  ggctacacac  gtactacaat  ggccggtaca  acgggaagcg
1201   aaagagcgat  ctggagccaa  tcctatcaaa  gccggtctca  gttcggattg  caggctgcaa
1261   ctcgcctgca  tgaagtcgga  attgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg
1321   ttcccgggtc  ttgtacacac  cgcccgtcac  accacgagag  tttacaacac  ccgaagtcgg
1381   tggggtaacc  cgcaagggag  ccagc
```

640. *Paenibacillus sanguinis*（血液类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-128。*Paenibacillus sanguinis* Roux and Raoult，2004，sp. nov.（血液类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**2301083 = CCUG 48214 = CIP 107938。**★16S rRNA 基因序列号：**AY323609。**★种名释意：***sanguinis* 意为模式菌株分离自血液样品，故其中文名称为血液类芽胞杆菌（L. masc. gen. n. *sanguinis*，of blood，referring to the fact that the type strain was isolated from a blood sample）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 2301083[T] 分离自患者的血液培养物。★形态特征：细胞为革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［0.5 μm ×（2.0～3.0）μm］，可运动，芽胞中生或端生。培养 24 h 的菌落为淡灰色，半透明，有光泽，圆形，直径 1 mm。★生理特性：菌株最适生长温度为 30～37℃，不能耐受 5%（w/v）NaCl。★生化特性：过氧化氢酶和氧化酶为阴性。不能还原硝酸盐，不能水解明胶。可利用下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、D-木糖、甲基-β-D-木糖苷、半乳糖、果糖、甘露醇、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖和棉籽糖。不能利用下列化合物产酸：甘油、赤藓醇、D-阿拉伯糖、核糖、L-木糖、核糖醇、葡萄糖、甘露糖、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、淀粉、糖原、木糖醇、苦杏仁糖、D-松二糖、D-木糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸。★化学特性：主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 51.9 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 2301083[T] 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus* 已知种类的同源性为 88.5%～95.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggagtgattg  gggagcttgc
61    tcccggatca  cttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag  gcaacctgcc  tgtaagcctg
121   ggataactag  cggaaacgtt  agctaatacc  ggatagtcaa  gcctctcgca  tgggagactt
181   gggaaagacg  gagcaatctg  tcacttatgg  atgggcctgc  ggcgcattag  ctagttggta
241   gggtaatggc  ctaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgaa  cggccacact
301   gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccgcaatgg
361   acgcaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgaagaagg  ttttcggatc  gtaaagctct
421   gttgccaggg  aagaacgacc  ctaagagtaa  ctgcttaggg  agtgacggta  cctgagaaga
481   aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  tagggggcag  cgttgtccgg
541   aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  ctgtttaagt  ctggtgtata  accttggggc
601   ttaacctcaa  gtggcactgg  aaactgggca  gctggagtgc  agaagaggag  agtggaattc
661   cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactctc
721   tgggctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg
781   gtagtccacg  ccgtaaacga  tgaatgctag  gtgttagggg  tttcgatacc  cttggtgccg
841   aagttaacac  attaagcatt  ccgcctgggg  agtacggccg  caaggctgaa  actcaaagga
901   attgacgggg  acccgcacaa  gcagtggagt  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa
961   ccttaccagg  tcttgacatc  tgaatgaccg  ctctagagat  agggttttcc  ttcgggacat
1021  tcaagacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081  gcaacgagcg  caacccttga  ctttagttgc  cagcaggtaa  agctgggcac  tctagagtga
1141  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac
1201  ctgggctaca  cacgtactac  aatggccggt  acaacgggaa  gcgaagtcgc  gagatggagc
1261  gaatcctaga  aaagccggtc  tcagttcgga  ttgcaggctg  caactcgcct  gcatgaagtc
1321  ggaattgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg  gtcttgtaca
1381  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttacaa  cacccgaagt  cggtgaggta  accgcaagga
1441  gccagccgcc  gaaggtgggg  tagatgattg  gggtg
```

641. *Paenibacillus sediminis*（沉积物类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-129。*Paenibacillus sediminis* Wang et al.，2012，sp. nov.（沉积物类芽胞杆菌）。★**模式菌株**：GTH-3 = GT-H3 = DSM 23491 = LMG 25635。★**16S rRNA基因序列号**：GQ355277。★**种名释意**：*sediminis* 为沉积物之意，故其中文名称为沉积物类芽胞杆菌（L. gen. n. *sediminis*，of sediment）。

【种类描述】★**菌株来源**：菌株 GTH-3^T 分离自韩国滩涂沉积物。★**形态特征**：细胞为革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状 [（0.4～0.6）μm ×（4～8）μm]，不可运动，芽胞中生或端生。在 R2A 琼脂培养基上生长 48 h 的菌落不规则，呈淡黄色，凸起。★**生理特性**：生长温度为 4～55℃，pH 为 6.5～8.5，NaCl 浓度为 2.0%（w/v），不能在 MacConkey 琼脂上生长。★**生化特性**：不能将硝酸盐还原成亚硝酸盐。可利用下列碳水化合物产酸：葡萄糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、纤维二糖、麦芽糖、蜜二糖、乳糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖、淀粉、糖原和松二糖。利用下列碳水化合物产酸活性弱：水杨苷、甲基-α-D-甘露糖苷、N-乙酰-葡萄糖胺和 L-海藻糖。不能利用下列化合物产酸：甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、L-木糖、核糖醇、甲基-β-D-木糖、半乳糖、果糖、甘露糖、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、菊糖、松三糖、木糖醇、苦杏仁糖、D-木糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸、2-酮基葡萄糖酸和 5-酮基葡萄糖酸。降解木聚糖。★**化学特性**：主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为（45.9±0.2）mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 GTH-3^T 与 *P. ginsengisoli*、*P. anaericanus*、*P. urinalis*、*P. cookii*、*P. alvei* 和 *P. chibensis* 的同源性分别为 94.9%、94.8%、94.4%、94.2%、94.1%和 94.0%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agtcgagcgg  agctgatgag  gtgcttgcac  ctctgaggct  tagcggcgga  cgggtgagta
61    acacgtaggc  aacctgcctg  taagactggg  ataacccacg  gaaacgtgag  ctaataccag
121   atagacaaga  ccttcgcatg  gaggacttga  gaaagacgga  gcaatctgtc  acttacagat
181   gggcctgcgg  cgcattagct  agttggtgag  gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag
241   ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga
301   ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac  gaaagtctga  cggagcaacg  ccgcgtgagt
361   gatgaaggtt  ttcggatcgt  aaagctctgt  tgccagggaa  gaacgcctga  tggagtaact
421   gtcatcaggg  tgacggtacc  tgagaagaaa  gccccggcta  actacgtgcc  agcagccgcg
481   gtaatacgta  gggggcaagc  gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggcggt
541   caattaagtc  tagtgtttaa  acctagggct  caaccttagg  tcgcaccgga  aactggttga
601   cttgagtgca  gaagaggaga  gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagagatgtg
661   gaggaacacc  agtggcgaag  gcgactctct  gggctgtaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc
721   gtggggagca  aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gaatgctagg
781   tgttaggggt  ttcgataccc  ttggtgccga  agttaacaca  ttaagcattc  cgcctgggga
841   gtacggtcgc  aagactgaaa  ctcaaaggaa  ttgacgggga  cccgcacaag  cagtggagta
901   tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatct  ggatgaaaag
961   tctagagata  ggctccctct  tcggagcatc  caagacaggt  ggtgcatggt  tgtcgtcagc
```

```
1021  tcgtgtcgtg  agatgttggg  ttaagtcccg  caacgagcgc  aacccttaat  cttagttgcc
1081  agcaggtaaa  gctgggcact  ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga
1141  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac  acgtactaca  atggtcggta
1201  caacgggaag  cgaagccgcg  aggcggagcc  aatcctatca  aagccgatct  cagttcggat
1261  tgcaggctgc  aactcgcctg  catgaagtcg  gaattgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc
1321  gcggtgaata  cgttcccggg  tcttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agtttacaac
1381  acccgaagtc  ggtgaggtaa  ccgcaaggag  ccagccgccg  aaggtggggt  agatgattgg
1441  ggtgaagtcg  ta
```

642. *Paenibacillus selenii*（硒类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-130。*Paenibacillus selenii* Xiang et al.，2014，sp. nov.（硒类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**W126 = KCTC 33420 = CCTCC AB2014003。**★16S rRNA 基因序列号：**KF923806。**★种名释意：***selenii* 为硒之意，故其中文名称为硒类芽胞杆菌（N.L. gen. n. *selenii*，of selenium，referring to the isolation site）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 W126^T 分离自我国湖北恩施的硒矿土壤中。**★形态特征：**细胞为革兰氏阳性，可形成芽胞，杆状［（0.5～0.8）μm ×（2.6～3.8）μm］，兼性厌氧，依靠周生鞭毛运动。在 TSA 培养基上 28℃培养 3 d 的菌落白色-浅黄色，圆形，边缘不规则，扁平，直径为 1～1.5 mm。**★生理特性：**生长温度为 4～37℃（最适温度为 28℃）。生长 pH 为 6.0～9.0（最适 pH 7.0～8.0）。NaCl 浓度为 0～3%（w/v）。可在 LB、NA 和 R2A 培养基上生长，但不能在 MacConkey 琼脂培养基上生长。**★生化特性：**氧化酶和 V-P 反应为阳性，过氧化氢酶为阴性。不能水解 DNA、吐温 20、吐温 80、明胶、淀粉、纤维素、酪氨酸和酪蛋白。卵黄反应、甲基红测试和硝酸盐还原为阴性。不产吲哚、H_2S 和 NH_3。API ZYM 分析结果显示，下列酶活性为阳性：酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酶和精氨酸双水解酶。下列酶活性为阴性：碱性磷酸酶、酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、α-半乳糖苷酶、β-吡喃葡萄糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、N-乙酰氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶、β-岩藻糖苷酶和脲酶。API 50CH 分析结果表明，由下列物质产酸：D-木糖、甲基-β-D-木糖苷、D-半乳糖、D-甘露糖、甘露醇、苦杏仁苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、蜜二糖、海藻糖、淀粉、糖原和苦杏仁糖。不能由下列物质产酸：甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖或 L-阿拉伯糖、D-核糖、L-木糖、D-葡萄糖、D-果糖、山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、D-熊果苷、乳糖、蔗糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、木糖醇、松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖或 L-岩藻糖、D-阿糖醇或 L-阿糖醇、葡萄糖酸、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸。可利用下列物质作为唯一碳源/氮源/能源：D-甘露糖、麦芽糖、甘露醇、葡萄糖酸、水杨苷、蜜二糖、D-木糖、L-半胱氨酸、L-精氨酸和硝酸铵。不能利用下列物质：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、N-乙酰葡萄糖胺、癸酸、己二酸、苹果酸、柠檬酸、苯乙酸、山梨糖、D-核糖、肌醇、蔗糖、衣康酸、辛二酸、丙二酸、乙酸、D-乳酸或 L-乳酸、L-丙氨酸、5-酮基葡萄糖酸、糖原、3-羟基苯甲酸、L-岩藻糖、山梨醇、丙酸、戊酸（缬草酸）、2-酮基葡萄糖酸、3-

羟基丁酸、4-羟基苯甲酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸、组氨酸、苏氨酸、苯丙氨酸、丙酮酸钠、磷酸二氢铵、尿素、柠檬酸钠和柠檬酸钾（API 20NE 和 API ID 32GN 并结合传统方法）。★**化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$、$C_{14:0}$ 和 $C_{10:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、三种未知氨基磷脂和一种未知脂类。细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.3 mol%。基于 16 S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 $W126^T$ 与 *P. anaericanus* $MH21^T$ 的同源性为 97.9%，而与 *Paenibacillus* 的同源性低于 96.0%。DNA-DNA 杂交结果显示菌株 $W126^T$ 与 *P. anaericanus* DSM 15890^T 的关联度为 24%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcatgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    gaatttgatg  gagtgcttgc  actcctgatg  gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag
121   gcaacctgcc  cttaagactg  ggataactac  cggaaacggt  agctaatacc  ggataattta
181   ttttctcgca  tgagagaata  atgaaaggtg  gagcaatcta  ccacttaagg  atgggcctgc
241   ggcgcattag  ctagttggtg  aggtaatggc  tcaccaaggc  aacgatgcgt  aaccgacctg
301   agagggtgaa  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag
361   tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  tgccgcgtga  gtgatgaagg
421   ttttcggatc  gtaaagctct  gttgccaggg  aagaacgtcc  ggtagagtaa  ctgctatcgg
481   agtgacggta  cctgagaaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
541   tagggggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtcatttaag
601   tctggtgttt  aatcctgggg  ctcaaccccg  ggtcgcactg  gaaactgggt  ggcttgagta
661   cagaagagga  gagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaagtg  cgtagatatg  tggaggaaca
721   ccagtggcga  aggcgactct  ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag
781   caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atggatgcta  ggtgttaggg
841   gtttcgatac  ccttggtgcc  gaagttaaca  cattaagcat  tccgcctggg  gagtacggtc
901   gcaagactga  aactcaaagg  aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt
961   aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  cccgatgcaa  acactagaga
1021  tagtgtcctt  cttcggaaca  ttggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1081  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcaattc
1141  ggttgggcac  tctaaggtga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa
1201  atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtactac  aatggctggt  acaacgggaa
1261  gcaaagccgc  gaggtggagc  caatccttaa  aagccagtct  cagttcggat  tgcaggctgc
1321  aactcgcctg  catgaagtcg  gaattgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata
1381  cgttcccggg  tcttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agtttacaac  acccgaagtc
1441  ggtgaggtaa  ccgcaaggag  ccagccgccg  aaggtggggt  agatgattgg  ggtgaagtcg
1501  taacaaggta  acc
```

643. *Paenibacillus selenitireducens*（硒还原类芽胞杆菌）

【**种类编号**】3-57-131。*Paenibacillus selenitireducens* Xiang et al.，2014，sp. nov.（硒还原类芽胞杆菌）。★**模式菌株：**ES3-24 = KCTC 33157= CCTCC AB2013097。★**16S rRNA 基因序列号：**KC815539。★**种名释意：***selenitireducens* 中 *seleniti* 为硒之意，*reducens* 为还原之意，故其中文名称为硒还原类芽胞杆菌［N.L. n. *selenis -itis*，selenite；L. part. adj. *reducens*（from L. v. *reducere*）leading back，bringing back and，in chemistry，converting

to a different oxidation state；N.L. part. adj. *selenitireducens*，selenite-reducing］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ES3-24^T 分离自我国湖北恩施的硒矿土壤中。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，杆状［（0.7～1.2）μm×（5.4～6.2）μm］，兼性厌氧，形成芽胞，通过周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，次端生，胞囊膨大。在 NA 培养基上 28℃生长 2 d 的菌落白色-浅黄色，扁平，光滑，半透明，圆形，边缘不规则，直径为 0.8～1.3 mm。**★生理特性：**生长温度为 15～37℃（最适 28℃），pH 为 5.0～10.0（最适 pH 7.0～8.0），NaCl 浓度为 0～2%（w/v）。能在 NA、LB、TSA 和 R2A 培养基上生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐能被还原为亚硝酸盐。PNPG 测试、ONPG 测试和七叶苷水解为阳性，但下列反应为阴性：产吲哚和 H_2S、亚硝酸盐还原、甲基红和 V-P 测试、卵黄反应。不能水解 DNA、精氨酸、吐温 20、吐温 80、酪蛋白、明胶、纤维素、尿素和淀粉。由 D-葡萄糖产酸但不产气。API 50CHB 分析结果显示，由下列物质产酸：甘油、D-核糖、D-木糖、甲基-β-D-木糖苷、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、七叶苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、海藻糖、棉籽糖和苦杏仁糖。由下列物质产酸活性弱：L-阿拉伯糖、D-果糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、水杨苷和松二糖。不能由下列物质产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、甲基-α-D-甘露糖苷、D-熊果苷、山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、蔗糖、菊糖、松三糖、糖原、木糖醇、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖或 L-岩藻糖、D-阿糖醇或 L-阿糖醇、葡萄糖酸、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸。API ZYM 分析结果显示，下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、酯酶（C8）、α-半乳糖苷酶、β-岩藻糖苷酶、亮氨酸芳基酰胺酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶。下列酶活性为阴性：酯酶（C4）、酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、甘露糖苷酶、N-乙酰氨基葡萄糖苷酶或 β-吡喃葡萄糖苷酶。可利用下列物质作为唯一碳源/氮源/能源：麦芽糖、D-甘露糖、N-乙酰葡萄糖胺、D-核糖、D-葡萄糖、蜜二糖、尿素、谷氨酸、硝酸铵、磷酸二氢铵和甲硫氨酸，但不能利用鼠李糖、肌醇、衣康酸、辛二酸、丙二酸、乙酸、DL-乳酸、L-丙氨酸、5-酮基葡萄糖酸、糖原、3-羟基苯甲酸、L-岩藻糖、山梨醇、丙酸、癸酸、戊酸、柠檬酸、2-酮基葡萄糖酸、3-羟基丁酸、4-羟基苯甲酸、苹果酸、苯乙酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸、组氨酸、亚硝酸钠、硝酸钾和半胱氨酸（API 20NE 和 ID 32GN 并结合传统方法）。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7，主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和两种未知的氨基磷脂。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 49.6 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 ES3-24^T 与 *P. terrigena* A35^T 的同源性为 98.3%，与 *Paenibacillus* 其他菌株的同源性均低于 95.0%。ES3-24^T 与 *P. terrigena* CCTCC AB206026^T 的 DNA-DNA 杂交关联度为 39.3%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag  cggagttatt  ccttcgggag
61    taacttagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  taggcaacct  gcctgtaaga  ctgggataac
121   taccggaaac  ggtagctaag  accggataca  cgatttgatc  gcatgatcga  attgggaaaa
181   gcggagcaat  ctgctactta  cagatgggcc  tgcggcgcat  tagctagttg  gtgaggtaac
241   ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt  gaacggccac  actgggactg
```

```
301   agacacggcc cagactccta cgggaggcag cagtagggaa tcttccgcaa tggacgcaag
361   tctgacggag caacgccgcg tgagtgatga aggttttcgg atcgtaaagc tctgttgcca
421   gggaagaacg ctatggagag taactgctct gtaggtgacg gtacctgaga agaaagcccc
481   ggctaactac gtgccagcag ccgcggtaat acgtaggggg caagcgttgt ccggaattat
541   tgggcgtaaa gcgcgcgcag gcggctttgt aagtctggtg tttaaaccta gggctcaacc
601   ctgggtcgca ttggaaactg caaggcttga gtgcagaaga ggagagtgga attccacgtg
661   tagcggtgaa atgcgtagag atgtggagga acaccagtgg cgaaggcgac tctctgggct
721   gtaactgacg ctgaggcgcg aaagcgtggg gagcaaacag gattagatac cctggtagtc
781   cacgccgtaa acgatgaatg ctaggtgtta ggggtttcga tacccttggt gccgaagtta
841   acacattaag cattccgcct ggggagtacg gtcgcaagac tgaaactcaa aggaattgac
901   ggggacccgc acaagcagtg gagtatgtgg tttaattcga agcaacgcga agaaccttac
961   caggtcttga catctgaatg caaacctcta gagatagaag tccttcttcg gaacattcaa
1021  gacaggtggt gcatggttgt cgtcagctcg tgtcgtgaga tgttgggtta agtcccgcaa
1081  cgagcgcaac ccttgatctt agttgccagc acttcgggtg ggcactctag gatgactgcc
1141  ggtgacaaac cggaggaagg tggggatgac gtcaaatcat catgcccctt atgacctggg
1201  ctacacacgt actacaatgg tcgatacaac gggaagcgaa gccgcgaggt ggagccaatc
1261  ctatcaaagt cgatctcagt tcggattgca ggctgcaact cgcctgcatg aagtcggaat
1321  tgctagtaat cgcggatcag catgccgcgg tgaatacgtt cccgggtctt gtacacaccg
1381  cccgtcacac cacgagagtt tacaacaccc gaagccggtg ggtaaccgc  aaggagccag
1441  ccgtcgaagg tggggtagat gattggggtg
```

644. *Paenibacillus septentrionalis*（北方难府类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-132。*Paenibacillus septentrionalis* Khianngam et al.，2009，sp. nov.（北方难府类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**X13-1 = KCTC 13039 = PCU 280 = TISTR 1830。**★16S rRNA 基因序列号：**AB295647。**★种名释意：***septentrionalis* 意为模式菌株分离自泰国北方省份难府，故其中文名称为北方难府类芽胞杆菌（L. masc. adj. *septentrionalis*，northern，referring to the isolation of the type strain from the northern province，Nan，Thailand）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 X13-1^{T} 分离自泰国难府省土壤。**★形态特征：**细胞为革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［（0.5～0.8）μm ×（2.0～12.0）μm］，芽胞中生或端生。**★生理特性：**在厌氧条件下，生长温度为 15～45℃，pH 为 7～9，5%（w/v）NaCl。在西蒙斯柠檬酸和 TSI 琼脂培养基上生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和脲酶为阳性。不能水解七叶苷、淀粉和吐温 80。能水解 L-精氨酸、酪蛋白、明胶和 L-酪氨酸。氧化酶、甲基红试验、DNA 酶、产吲哚为阴性。能还原硝酸盐，产二羟基丙酮。可利用下列物质产酸：七叶苷、D-葡萄糖、糖原和淀粉。不能利用下列物质产酸：核糖醇、苦杏仁苷、D-阿拉伯糖或 L-阿拉伯糖、D-阿糖醇或 L-阿糖醇、熊果苷、纤维二糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-果糖、D-岩藻糖或 L-岩藻糖、D-半乳糖、苦杏仁糖、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸、甘油、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰氨基葡萄糖、肌醇、菊糖、D-乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、甲基-α-D-甘露糖苷、D-甘露醇、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-木糖或 L-木糖、甲基-β-D-木糖苷、水杨苷、L-山梨糖、D-山梨醇、

蔗糖、海藻糖、木糖醇、松二糖、D-木糖或 D-己酮糖。★**化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 47.3 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 S5-3^T、X13-1^T 和 MXC2-2^T 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus granivorans* A30^T 和 *Paenibacillus agaridevorans* DSM 1355^T 的同源性为 94.7%～98.6%，而这三个菌株之间的 16S rRNA 基因序列同源性为 96.3%～98.4%。因此，菌株 S5-3^T、X13-1^T 和 MXC2-2^T 属于 *Paenibacillus* 的三个新种，分别命名为 *Paenibacillus siamensis* sp. nov.（S5-3^T）、*Paenibacillus septentrionalis* sp. nov.（X13-1^T）和 *Paenibacillus montaniterrae* sp. nov.（MXC2-2^T）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       tttgtcctgg  ctcaggacga  acgctggcgg  cgtgccttaa  tacatgccaa  gtcgaagccg
61      gagttgatag  aaagcttgct  tccctgagag  attaagcggc  ggacgggtga  gttaacacgt
121     aggtaacctg  ccccattaag  actgggataa  acattcggaa  acgaatgcta  ataccggata
181     cgcaaatgga  tcgcatgatt  cgtttgggaa  aggcggagca  atctgtcact  tatggatgga
241     cctgcggtgc  attagctagt  tggagaggta  acggctcccc  aaggcgacga  tgcatagccg
301     acctgagagg  gtgatcggcc  acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc
361     agcagtaggg  aatcttccgc  aatggacgaa  agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgagtgat
421     gaaggttttc  ggatcgtaaa  gctctgttgt  ccagggaaga  acgctaaaga  gagtaactgc
481     tctttaggtg  acggtacctg  agaagaaagc  cccggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt
541     aatacgtagg  gggcaagcgt  tgtccggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggttg
601     attaagtctg  gtgtttaagg  ctgtggctca  accacagttc  gcactggaaa  ctggttgact
661     tgacaatgca  gaagaggaaa  gtggaattct  cacgtgtcag  cggtgaaatg  cgtagagatg
721     tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgacttt  ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa
781     gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgaatgcta
841     ggtgttaggg  gtttcgatac  ccttggtgcc  gaagttaaca  cattaagcat  tccgcctggg
901     gagtacggtc  gcaagactga  aactcaaagg  aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag
961     tatgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  gcctctgacc
1021    gctctagaga  tagagctttc  cttcgggaca  ggggacacag  gtggtggcat  ggttgtagtc
1081    agctcctgtc  gagagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaacccct  aatgttagtt
1141    gccagcacct  tgggtgggca  ctctaacgtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg
1201    gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtacta  caatggccag
1261    tacaacggga  agcgaagtcg  cgagatggag  ccaatcctag  caaagctggt  ctcagttcgg
1321    attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagt  cggaattgct  agtaatcgcg  gatcagcatg
1381    ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggtcttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttaca
1441    acacccgaag  ccggtggggt  aacccgcaag  ggccagccg   tcgaaggtgg  ggtagatgat
1501    tggg
```

645. *Paenibacillus sepulcri*（坟墓类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-133。*Paenibacillus sepulcri* Smerda et al.，2006，sp. nov.（坟墓类芽胞杆菌）。★**模式菌株：**CCM 7311 = LMG 19508。★**16S rRNA 基因序列号：**DQ291142。★**种名释意：***sepulcri* 意为模式菌株分离自一座坟墓，故其中文名称为坟墓类芽胞杆菌（L. gen. n. *sepulcri*，from a tomb，pertaining to the place of isolation of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CCM 7311^{T} 分离自罗马墓地壁画。★形态特征：细胞革兰氏染色可变，兼性厌氧，杆状，芽胞端生。在 NA 培养基上的菌落为圆形、无色、光滑、微凸、边缘整齐。★生理特性：生长温度为 10～30℃，pH 6～8，最适生长 pH 为 7.2～7.4，耐受盐浓度最高为 5%（w/v）NaCl。★生化特性：下列反应为阳性：过氧化氢酶、氧化酶、卵磷脂酶和 β-半乳糖苷酶。下列反应为阴性：精氨酸双水解酶、DNA 酶、溶血和柠檬酸利用。水解七叶苷和马尿酸盐，但不水解酪蛋白、淀粉、尿素、明胶、吐温 80 和酪氨酸。可利用下列化合物产酸：DL-阿拉伯糖、D-木糖、甲基-β-D-木糖苷、半乳糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、鼠李糖、甘露醇、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、松三糖、D-棉籽糖、糖原、苦杏仁糖、D-松二糖、L-岩藻糖和 5-酮葡萄糖酸盐。不能利用下列化合物产酸：甘油、赤藓糖醇、核糖、L-木糖、核糖醇、D-果糖、L-山梨糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、菊糖、淀粉、木糖醇、D-己酮糖、D-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸或 2-酮基葡萄糖酸。不能还原硝酸盐为亚硝酸盐，不产 3-羟基丁酮和吲哚。★化学特性：细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 50 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 CCM 7311^{T} 与 *P. mendelii* CCM4839 的同源性为 96.7%。16S rRNA 基因序列如下。

1　　agagtttgat　cctggctcag　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc
61　　ggatttcgtt　ggaagcttgc　tttcaacggg　gttagcggcg　gacgggtgag　taacacgtag
121　　gcaacctgcc　ttcaaggctg　ggataacatt　cggaaacgga　tgctaatacc　ggatacacca
181　　ttatgctgca　tggcggaatg　gggaaaggcg　gagcaatctg　ccacttggag　acgggcctgc
241　　ggcgcattag　ctagttggtg　gggtaacggc　tcaccaaggc　gacgatgcgt　agccgacctg
301　　agagggtgat　cggccacact　gggactgaga　cacggcccag　actcctacgg　gaggcagcag
361　　tagggaatct　tccgcaatgg　acgaaagtct　gacggagcaa　cgccgcgtga　gtgatgaagg
421　　ttttcggatc　gtaaagctct　gttgccaggg　aagaacgagt　gggagagtaa　ctgctcctgc
481　　tatgacggta　cctgagaaga　aagccccggc　taactacgtg　ccagcagccg　cggtaatacg
541　　tagggggcaa　gcgttgtccg　gaattattgg　gcgtaaagcg　cgcgcaggcg　gcttggaaag
601　　tcgggtgttt　aagctcgggg　ctcaaccccg　atacgcaccc　gaaactgcca　ggcttgagtg
661　　cagaagagga　aagtggaatt　ccacgtgtag　cggtgaaatg　cgtagagatg　tggaggaaca
721　　ccagtggcga　aggcgacttt　ctgggctgta　actgacgctg　aggcgcgaaa　gcgtggggag
781　　caaacaggat　tagataccct　ggtagtccac　gccgtaaacg　atgaatgcta　ggtgttaggg
841　　gtttcgatac　ccttggtgcc　gaagttaaca　cattaagcat　tccgcctggg　gagtacgctc
901　　gcaagagtga　aactcaaagg　aattgacggg　gacccgcaca　agcagtggag　tatgtggttt
961　　aattcgaagc　aacgcgaaga　accttaccag　gtcttgacat　ccctctgacc　ggtctagaga
1021　　taggcctttc　cttcgggaca　gaggagacag　gtggtgcatg　gttgtcgtca　gctcgtgtcg
1081　　tgagatgttg　ggttaagtcc　cgcaacgagc　gcaacccttg　gatttagttg　ccagcacttc
1141　　gggtgggcac　tctagatcga　ctgccggtga　caaaccggag　gaaggcgggg　atgacgtcaa
1201　　atcatcatgc　cccttatgac　ctgggctaca　cacgtactac　aatggccggt　acaacgggca
1261　　gcgaaaccgc　gaggtggagc　gaatcctaga　aaagccggtc　tcagttcgga　ttgcaggctg
1321　　caactcgcct　gcatgaagtc　ggaattgcta　gtaatcgcgg　atcagcatgc　cgcggtgaat
1381　　acgttcccgg　gtcttgtaca　caccgcccgt　cacaccacga　gagtttacaa　caccсgaagt

1441　cggtggggta　acccgcaagg　gagccagccg　ccgaaggtgg　ggtagatgat　tggggtgaag
1501　tcgtaacaag　gtagccgtat　cggaaggtgc　ggctggatca　cc

646. *Paenibacillus shenyangensis*（沈阳类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-134。*Paenibacillus shenyangensis* Jiang et al.，2014，sp. nov.（沈阳类芽胞杆菌）。★**模式菌株**：A9 = JCM 19307 = CGMCC 2040。★**16S rRNA 基因序列号**：KF834270。★**种名释意**：*shenyangensis* 意为模式菌株分离自我国沈阳，故其中文名称为沈阳类芽胞杆菌（shen.yang.en′sis. N.L. masc. adj. *shenyangensis*，of Shenyang，a city in China，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★**菌株来源**：菌株 A9^T 分离自我国沈阳公园桃树根系土壤。★**形态特征**：细胞为革兰氏阳性，好氧或兼性厌氧，杆状［（0.4～0.6）μm ×（2.2～2.5）μm］，不运动，芽胞端生。在 PBA 培养基上 30℃培养 3 d 的菌落呈黄色、凸起的圆形，直径为 0.3～0.4 cm。同样条件下在发酵琼脂上培养，菌落呈现粉红色、透明、黏性、光滑而富有弹性，直径为 0.6～1 cm。★**生理特性**：生长温度为 20～45℃（最适为 30℃），pH 4.5～11（最适为 7.0），耐受盐浓度为 0～7%（w/v）NaCl（最适为 2%）。★**生化特性**：不产生吲哚和 H_2S。甲基红和 V-P 反应为阳性，V-P 反应的培养基在生长过程中变得更酸。下列反应为阳性：过氧化氢酶、β-半乳糖苷酶、明胶酶、硝酸盐还原、柠檬酸盐利用、淀粉和酪蛋白水解。下列反应为阴性：氧化酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶。可以利用下列碳源：葡萄糖、甘露醇、蔗糖、麦芽糖、纤维二糖、肌醇、肌苷、糊精、鼠李糖、山梨醇、蜜二糖、苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、D-阿拉伯糖、D-木糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、N-乙酰基-D-葡萄糖胺、水杨苷、乳糖、淀粉、七叶苷、柠檬酸铁、糖原、苦杏仁糖和海藻糖。★**化学特性**：细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂和磷脂酰乙醇胺。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 51.9 mol%. 基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 A9^T 与 *P. hunanensis* 的同源性为 96.7%，DNA-DNA 杂交关联度为 51.6%。16S rRNA 基因序列如下。

1　atacatgcaa　gtcgagcgga　gtcagatagg　aagcttgctt　tcttgagact　tagcggcgga
61　cgggtgagta　acacgtaggc　aacctgcccc　tcagactggg　ataactaccg　gaaacggtag
121　ctaataccgg　ataatcgttt　tcttctcctg　aagagaccgg　gaaagacgga　gcaatctgtc
181　actgagggat　gggcctgcgg　cgcattagct　agttggtggg　gtaacggctc　accaaggcga
241　cgatgcgtag　ccgacctgag　agggtgatcg　gccacactgg　gactgagaca　cggcccagac
301　tcctacggga　ggcagcagta　gggaatcttc　cgcaatggac　gaaagtctga　cggagcaacg
361　ccgcgtgagt　gatgaaggtt　ttcggatcgt　aaagctctgt　tgccagggaa　gaacgtcgga
421　tagagtaact　gctatccgag　tgacggtacc　tgagaagaaa　gccccggcta　actacgtgcc
481　agcagccgcg　gtaatacgta　gggggcaagc　gttgtccgga　attattgggc　gtaaagcgcg
541　cgcaggcggt　catttaagtc　tggtgtttaa　tcccgaagct　caacttcggg　tcgcatcgga
601　aactggatga　cttgagtgca　gaagaggaga　gtggaattcc　acgtgtagcg　gtgaaatgcg
661　tagagatgtg　gaggaacacc　agtggcgaag　gcgactctct　gggctgtaac　tgacgctgag
721　gcgcgaaagc　gtggggagca　aacaggatta　gataccctgg　tagtccacgc　cgtaaacgat
781　gaatgctagg　tgttaggggt　ttcgataccc　ttggtgccga　agttaacaca　ttaagcattc

841	cgcctgggga	gtacggtcgc	aagactgaaa	ctcaaaggaa	ttgacgggga	cccgcacaag
901	cagtggagta	tgtggtttaa	ttcgaagcaa	cgcgaagaac	cttaccaggt	cttgacatct
961	gaatgaccgg	tgcagagatg	tacctttct	tcggaacatt	caagacaggt	ggtgcatggt
1021	tgtcgtcagc	tcgtgtcgtg	agatgttggg	ttaagtcccg	caacgagcgc	aacccttatg
1081	cttagttgcc	agcacatcat	ggtgggcact	ctaagcagac	tgccggtgac	aaaccggagg
1141	aaggtgggga	tgacgtcaaa	tcatcatgcc	ccttatgacc	tgggctacac	acgtactaca
1201	atggtcggta	caacgggaag	cgaagccgcg	aggtggagcg	aatcctaaaa	agccgatctc
1261	agttcggatt	gcaggctgca	actcgcctgc	atgaagtcgg	aattgctagt	aatcgcggat
1321	cagcatgccg	cggtgaatac	gttcccgggt	cttgtacaca	ccgcccgtca	caccacgaga
1381	gtttgcaaca	cccgaagtcg	gtggggtaac	ccgcaaggga	gccagccgcc	gaaggtgggg
1441	tagatgattg	gggtgaagtc	gtaacaaggt	a		

647. *Paenibacillus shirakamiensis*（白神山类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-135。*Paenibacillus shirakamiensis* Jiang et al.，2014，sp. nov.（白神山类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**P-1 = NBRC 109471 = DSM 26806 = KCTC 33126 = CIP110571。**★16S rRNA 基因序列号：**AB769168。**★种名释意：***shirakamiensis* 意为模式菌株分离自日本白神山，故其中文名称为白神山类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *shirakamiensis*，pertaining to the Shirakami Mountains，the origin of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 P-1^T 分离自日本白神山的日本橡树（*Quercus crispula*）的树干表面。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，好氧，微嗜酸，杆状［0.8 μm×（2～5）μm］，单生或成对，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，端生或次端生，胞囊膨大。在 NA 培养基上 25℃生长 4 d 的菌落白色，直径为 1.7～1.9 mm，凸起，光滑，圆形，边缘整齐。**★生理特性：**生长温度为 4～35℃（最适 25℃），pH 为 5.0～8.0（最适 pH 6.5），NaCl 浓度为 0～3%（最适为 0）。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶为阳性。能水解吐温 20、吐温 80 和淀粉。下列活性为阴性：产吲哚和 H_2S、硝酸盐还原、西蒙氏柠檬酸盐测试、甲基红和 V-P 反应、L-丙氨酸氨肽酶。不能水解酪蛋白、DNA 和明胶。API ZYM 分析结果显示，下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶（弱）、酯酶（C4）、酸性磷酸酶、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶（弱）、缬氨酸芳基酰胺酶（弱）、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶。API 20NE 分析结果显示，能水解七叶苷，β-半乳糖苷酶为阳性。API 50CH 分析结果表明，由下列物质产酸：D-核糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、海藻糖和苦杏仁糖。可利用 D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖（弱）、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、乳糖、D-甘露糖（弱）、纤维二糖、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、D-松二糖、D-岩藻糖、松三糖、棉籽糖（弱）、D-山梨醇（弱）、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、水杨苷和果胶。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、4 种未知的氨基脂类、一种未知的磷脂和两种未知极性脂。细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.9 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 P-1^T 与 *P. pini* S22^T、*P. chibensis* JCM 9905^T 和 *P. anaericanus* MH21^T 的同源性分别为 96.6%、96.1%和 95.9%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcatgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggagtttaat  tcgaagcttg
61    cttcgaatta  agtttagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  aggcaacctg  cctgtaagac
121   tgggataact  accggaaacg  gtagctaata  ccggataatt  tctttcttcg  catgacgaga
181   gaatgaaaga  cggagcaatc  tgtcacttat  ggatgggcct  gcggcgcatt  agctagttgg
241   tgaggtaatg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  aacggccaca
301   ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat
361   ggacgaaagt  ctgacggagc  aatgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaagct
421   ctgttgccag  ggaagaacgt  ccggtagagt  aactgctacc  ggagtgacgg  tacctgagaa
481   gaaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc  aagcgttgtc
541   cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggtcattta  agtctggtgt  ttaatcctgg
601   ggctcaaccc  cgggtcgcac  tggaaactgg  gtgacttgag  tacagaagag  gagagtggaa
661   ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagata  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact
721   ctctgggctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc
781   ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgaatgc  taggtgttag  gggtttcgat  acccttggtg
841   ccgaagttaa  cacattaagc  attccgcctg  gggagtacgg  tcgcaagact  gaaactcaaa
901   ggaattgacg  gggacccgca  caagcagtgg  agtatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa
961   gaaccttacc  aagtcttgac  atcccgatga  aactactaga  gatagtatcc  ctcttcggag
1021  catcggtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt
1081  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgattttagt  tgccagcatt  tcggatgggc  actctagaat
1141  gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggcgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg
1201  acttgggcta  cacacgtact  acaatggtcg  atacaacggg  aagcgaaacc  gcgaggtgga
1261  gcgaatccta  tcaaagtcga  tctcagttcg  gattgcaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag
1321  tcggaattgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc  gggtcttgta
1381  cacaccgccc  gtcacaccac  gagagtttac  aacacccgaa  gtcggtgagg  taaccgcaag
1441  gagccagccg  ccgaaggtgg  ggtagatgat  tggggtg
```

648. *Paenibacillus siamensis*（暹罗类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-136。*Paenibacillus siamensis* Khianngam et al.，2009，sp. nov.（暹罗类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**S5-3 = KCTC 13038 = PCU 279 = TISTR 1831。**★16S rRNA 基因序列号：**AB295645。**★种名释意：***siamensis* 意为泰国旧称暹罗，故其中文名称为暹罗类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *siamensis*，pertaining to Siam，the old name of Thailand，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 S5-3^{T} 分离自泰国土壤。**★形态特征：**细胞为革兰氏阳性，兼性厌氧，芽胞端生或中生，杆状［（0.5～0.8）μm ×（3.0～12.0）μm］。**★生理特性：**在厌氧条件下，生长温度为 15～50℃，pH 为 7～9，耐受盐浓度为 3%～5%（w/v）NaCl。**★生化特性：**下列反应为阳性：过氧化氢酶、氧化酶、脲酶。水解七叶苷、淀粉和吐温 80。下列反应为阴性：甲基红试验、DNA 酶、产吲哚、柠檬酸利用、硝酸盐还原、产二羟基丙酮。不能水解 L-精氨酸、酪蛋白、明胶和 L-酪氨酸。可利用下列化合物产酸：D-苦杏仁苷、七叶苷、L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-半乳糖、苦杏仁糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、糖原、D-乳糖、麦芽糖、D-甘露醇、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、水杨苷、淀粉、蔗糖、海藻糖、松二糖、甲基-β-木糖苷和 D-木糖。不能利用下列化合物产酸：

D-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、D-核糖醇、N-乙酰葡萄糖胺、熊果苷、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-果糖、D-海藻糖或 L-海藻糖、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸和 5-酮基葡萄糖酸、D-葡萄糖、甘油、肌醇、菊糖、D-木糖、D-甘露糖、甲基-α-D-甘露糖苷、松三糖、D-己酮糖、L-山梨糖、D-山梨醇、木糖醇或 L-木糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量 45.8 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 S5-3^T、X13-1^T 和 MXC2-2^T 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus granivorans* A30^T 和 *Paenibacillus agaridevorans* DSM 1355^T 的同源性为 94.7%～98.6%，而这三个菌株之间的 16S rRNA 基因序列同源性为 96.3%～98.4%。因此，菌株 S5-3^T、X13-1^T 和 MXC2-2^T 属于 *Paenibacillus* 的三个新种，分别命名为 *Paenibacillus siamensis* sp. nov.（S5-3^T）、*Paenibacillus septentrionalis* sp. nov.（X13-1^T）和 *Paenibacillus montaniterrae* sp. nov.（MXC2-2^T）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tcgaggggag ctagagtttt attaatcccg gaaatccact ganactttag cggcggacgg
61    gtgagtaaca cgtaggtaac ctgcccataa gaccgggata acattcggaa acggatgcta
121   atacccggat acgcgattct ctcgcatgag agaagttggg aaaggcggag caatctgtca
181   cttatggatg gacatgcggc gcattagcta gttggtgagg taacggctca ccaaggagat
241   gatgtgtagc ccacgtgaca gggtgatcgg ccacactggg ncagagacac ggcccagact
301   ctgacgggag gcagcagtag ggaatcttcc gcaatggaag aaaatctgac ggagcaacgc
361   cgcctgagtg atgaaggttt tcggatcgaa aagctctgtt gccagggaag aacgctagag
421   agagtaactg ctctttaggt gacggtacct gagaagaaag ccccggctaa ctacgtgcca
481   gcagccgcgg taatacgtag gggcaagcg ttgtccggaa ttattgggcg taaagcgcgc
541   gcaggcggtt gattaagtct ggtgtttaag gctatggctc aaccatagtt cgcactggaa
601   actggttgaa ttgagtgcag aagaggaaag tggaattcca cgtgtagcgg tgaaatgcgt
661   agagatgtgg aggaacacca gtggcgaagg cgactttctg ggcggtaact gacgctgagg
721   cacgaaagcg tggggagcaa acaggattag ataccctggt agtccacgcc gtaaacgatg
781   aatgctaggt gttaggggtt tcgataccct tggtgccgaa gttaacacat taagcattcc
841   gcctggggag tacggtcgca agactgaaac tcaaaggaat tgacggggac ccgcacaagc
901   agtggagtat gtggtttaat tcgaagcaac gcgaagaacc ttaccaggtc ttgacatgcc
961   tctgaccgct ctagagatag agcttctctt cggagcaggg gacacaggtg gtgcatggtt
1021  gtcgtcagct cgtgtcgtga gatgttgggt taagtccctg caacgagcgc aacccctaat
1081  gttagttgcc agcaggtaga gctgggcact ctaacgtgac tgccggtgac aaaccggagg
1141  aaggtgggga tgacgtcaaa tcatcatgcc ccttatgacc tgggctacac acgtactaca
1201  atggccagta caacgggaag cgaagtcgcg agatggagcc aatcctcaaa agctggtctc
1261  agttcggatt gcaggctgca actcgcctgc atgaagtcgg aattgctagt aatcgcggat
1321  cagcatgccg cggtgaatac gttcccgggt cttgtacaca ccgcccgtca caccacgaga
1381  gtttacaaca cccgaagccg gtggggtaac ccgcaaggga gccagccgtc gaaggtgggg
1441  tagatgattg gggtgaagtc gtat
```

649. *Paenibacillus soli*（土壤类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-137。*Paenibacillus soli* Park et al.，2007，sp. nov.（土壤类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DCY03 = KCTC 13010 = LMG 23604。**★16S rRNA 基因序列号：**

DQ309072。**★种名释意：***soli* 为土壤之意，故其中文名称为土壤类芽胞杆菌（L. gen. n. *soli*，of soil，the source of the organism）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DCY03^T 分离自韩国人参园的土壤。**★形态特征：**细胞为革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［（0.5～0.6）μm×（1.1～1.2）μm］，不运动，形成芽胞。在 R2A 培养基上培养 2 d 的菌落呈现白色，圆形，光滑。**★生理特性：**生长温度为 20～42℃，pH 为 8～9，耐受盐浓度最高为 2%（w/v）NaCl。**★生化特性：**水解七叶苷、淀粉和木聚糖；不能水解明胶、纤维素、橄榄油和 DNA。不产 H_2S。卵磷脂酶和 β-半乳糖苷酶为阳性。下列反应为阳性：过氧化氢酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和色氨酸脱氨酶、硝酸盐还原、吲哚合成。下列反应为阴性：氧化酶、碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和岩藻糖苷酶、DNA 酶、溶血和柠檬酸利用。可利用下列化合物产酸：DL-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、甲基-β-D-木糖、半乳糖、葡萄糖、果糖、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、松三糖、棉籽糖、苦杏仁糖、D-松二糖、糖原、甲基-α-D-糖苷、5-酮基葡萄糖酸和水杨苷。但不能利用下列化合物产酸：L-木糖、甘露糖、山梨糖、鼠李糖、D-木糖、D-己酮糖、DL-岩藻糖、甘油、赤藓糖醇、核糖醇、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、木糖醇、DL-糖醇、甲基-α-D-甘露糖苷、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁糖、熊果苷或菊糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 A1γ。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 56.6 mol%～57.0 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 DCY03^T 与 *P. ehimensis* DSM 11029^T、*P. elgii* KCTC 10016BP^T 和 *P. chinjuensis* DSM 15045^T 的同源性分别为 96.5%、96.2%和 96.1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctcaggacga acgctggcgg cgtgcctaat acatgcaagt cgagcgggtt tcaccttcgg
61    gtgaagctag cggcggacgg gtgagtaaca cgtaggcaac ctgcctgtaa gactgggata
121   actaccggaa acggtagcta agaccggata actggtttct tcacctggag agatcatgaa
181   acacggcgca agctgtggct tacagatggg cctgcggcgc attagctagt tggcggggta
241   acggcccacc aaggcgacga tgcgtagccg acctgagagg gtgatcggcc acactgggac
301   tgagacacgg cccagactcc tacgggaggc agcagtaggg aatcttccgc aatggacgca
361   agtctgacgg agcaacgccg cgtgagtgat gaaggttctc ggatcgtaaa gctctgttgc
421   cagggaagaa cgcttgggag agtaactgct cccgaggtga cggtacctga gaagaaagcc
481   ccggctaact acgtgccagc agccgcggta atacgtaggg ggcaagcgtt gtccggaatt
541   attgggcgta aagcgcgcgc aggcggcttc ttaagtttgg tgtttaagcc cggggctcaa
601   ccccggtacg cactgaaaac tgggaggctt gagtgcagga gaggaaagcg gaattccacg
661   tgtagcggtg aaatgcgtag agatgtggag gaacaccagt ggcgaaggcg gctttctgga
721   ctgtaactga cgctgaggcg cgaaagcgtg gggagcaaac aggattagat accctggtag
781   tccacgccgt aaacgatgag tgctaggtgt taggggtttc gataccttg gtgccgaagt
841   aaacacagta agcactccgc ctggggagta cgctcgcaag agtgaaactc aaaggaattg
901   acggggaccc gcacaagcag tggagtatgt ggtttaattc gaagcaacgc gaagaacctt
961   accaggtctt gacatccctc tgacccacct agagataggt gtttccttcg ggacagagga
1021  gacaggtggt gcatggttgt cgtcagctcg tgtcgtgaga tgttgggtta agtcccgcaa
```

1081	cgagcgcaac	ccttgacttt	agttgccagc	attcagttgg	gcactctaga	gtgactgccg
1141	gtgacaaacc	ggaggaaggt	ggggatgacg	tcaaatcatc	atgcccctta	tgacctgggc
1201	tacacacgta	ctacaatggc	cggtacaacg	ggaagcaaag	ccgcgaggtg	gagcraatcc
1261	taagaaagcc	ggtctcagtt	cggattgcag	gctgcaactc	gcctgcatga	agtcggaatt
1321	gctagtaatc	gcggatcagc	atgccgcggt	gaatacgttc	ccgggtcttg	tacacaccgc
1381	ccgtcacacc	acgagagttt	acaacacccg	aagtcggtgg	ggtaacccgc	aagggggcca
1441	gccgccgaag	gtggggtaga	tgattggggt	gaagtcgtaa	aaggta	

650. *Paenibacillus sonchi*（苦苣菜类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-138。*Paenibacillus sonchi* Hong et al.，2009，sp. nov.（苦苣菜类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**X19-5 = CCBAU 83901 = LMG 24727。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ358736。**★种名释意：***sonchi* 意为模式菌株分离自苦苣菜根际土壤，故其中文名称为苦苣菜类芽胞杆菌［L. n. *sonchus -i*，the herb sow-thistle，and also a botanical genus name（*Sonchus*）; L. gen. n. *sonchi*，of *Sonchus*，referring to the plant *Sonchus oleraceus*，the source of the rhizosphere soil from which the type strain was isolated］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 X19-5^T 分离自我国新疆苦苣菜（*Sonchus oleraceus*）的根际土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，好氧，杆状（0.5μm × 5 μm），可运动。芽胞椭圆形，中生或端生，胞囊膨大。在 LD 培养基上 30℃培养 72 h 的菌落为圆形，有光泽，凸起，边缘整齐。**★生理特性：**生长温度为 10～40℃（最适为 30℃），最适 pH 为 7.0～7.2。耐受盐浓度为 0～3%（w/v）NaCl，不耐受 5% NaCl。可耐受 0.001%的溶菌酶。**★生化特性：**V-P 反应为阳性；过氧化氢酶和氧化酶为阴性。硝酸盐不能被还原成亚硝酸盐，可固氮。能利用果糖产酸，但不能利用下列物质产酸：葡萄糖、蔗糖、乳糖、琥珀酸盐、D-木糖、麦芽糖或 L-天冬氨酸。可水解酪蛋白和淀粉。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（39.36%）、$C_{16:0}$（19.09%）和 iso-$C_{16:0}$（15.85%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 46.8 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 X19-5^T 与 *P. graminis* RSA19^T 的同源性为 98.8%。菌株 X19-5^T 与 *P. graminis* RSA19^T 的 DNA-DNA 杂交关联度为 45.7%。16S rRNA 基因序列如下。

1	agagtttgat	cctggctcag	aacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc
61	ggagtttatc	cttcggggta	agcttagcgg	cggacgggtg	agtaacacgt	aggcaaccta
121	ccctctagac	tgggataact	accggaaacg	gtagctaata	ccggataatt	ccttgaccct
181	cctgggtttg	ggatgaaagg	cggagcaatc	tgctgttaga	ggatgggcct	gcggcgcatt
241	agctagttgg	tggggtaacg	gcctaccaag	gcgacgatgc	gtagccgacc	tgagagggtg
301	aacggccaca	ctgggactga	gacacggccc	agactcctac	gggaggcagc	agtagggaat
361	cttccgcaat	gggcgaaagc	ctgacggagc	aacgccgcgt	gagtgatgaa	ggttttcgga
421	tcgtaaagct	ctgttgccag	ggaagaacgt	ccggtagagt	aactgctgcc	ggagtgacgg
481	tacctgagaa	gaaagccccg	gctaactacg	tgccagcagc	cgcggtaata	cgtagggggc
541	aagcgttgtc	cggaattatt	gggcgtaaag	cgcgcgcagg	cggctgctta	agtctggtgt
601	ttaaaccttg	ggctcaacct	ggggtcgcac	tggaaactgg	gcagcttgag	tacagaagag
661	gaaagtggaa	ttccacgtgt	agcggtgaaa	tgcgtagaga	tgtggaggaa	caccagtggc
721	gaaggcgact	ttctgggctg	taactgacgc	tgaggcgcga	aagcgtgggg	agcaaacagg

781　attagatacc　ctgggtagtc　cacgccgtaa　acgatgagtg　ctaggtgtta　ggggtttcga
841　tacccttggt　gccgaagtta　acacagtaag　cactccgcct　ggggagtacg　gtcgcaagac
901　tgaaactcaa　aggaattgac　ggggacccgc　acaagcagtg　gagtatgtgg　tttaattcga
961　agcaacgcga　agaaccttac　caggtcttga　catccaacta　acgaagcaga　gatgcatcag
1021　gtgcccttcg　gggaaagttg　agacaggtgg　tgcatggttg　tcgtcagctc　gtgtcgtgag
1081　atgttgggtt　aagtcccgca　acgagcgcaa　cccttgactt　tagttgccag　caggtaaggc
1141　tgggcactct　agagtgactg　ccggtgacaa　accggaggaa　ggtggggatg　acgtcaaatc
1201　atcatgcccc　ttatgacctg　ggctacacac　gtactacaat　ggccggtaca　acgggaagcg
1261　aagccgcgag　gtggagccaa　tcccagcaaa　gccggtctca　gttcggattg　caggctgcaa
1321　ctcgcctgca　tgaagtcgga　attgctagta　atcgcggatc　agcatgccgc　ggtgaatacg
1381　ttcccgggtc　ttgtacacac　cgcccgtcac　accacgagag　tttacaacac　ccgaagtcgg
1441　tggggtaacc　cgcaaggggg　ccagccgccg　aaggtggggt　agatgattgg　ggtgaagtcg
1501　taacaaggta　gccgta

651. *Paenibacillus sophorae*（槐树类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-139。*Paenibacillus sophorae* Jin et al.，2011，sp. nov.（槐树类芽胞杆菌）。★**模式菌株：**S27 = CGMCC 1.10238 = DSM 23020。★**16S rRNA 基因序列号：**GQ985395。★**种名释意：***sophorae* 意为模式菌株分离自槐树根际土壤，故其中文名称为槐树类芽胞杆菌（N.L. gen. n. *sophorae*，of *Sophora*，referring to the plant *Sophora japonica*，the source of the rhizosphere soil from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 $S27^T$ 分离自我国北京的槐树根际土壤。★**形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［(0.6～1.5) μm ×（1.5～3.0）μm］，可运动，芽胞中生。在 LD 培养基上 30℃培养 72 h 的菌落为白色、圆形、凸起、有光泽、边缘整齐。★**生理特性：**生长温度为 15～50℃（最适为 30℃）。pH 为 4～8，最适 pH 6.0。不能耐受的最高盐浓度为 3%（w/v）NaCl，不耐受 0.001%的溶菌酶。不耐氨苄西林（100 μg）、卡那霉素（50 μg）、链霉素（40 μg）、四环素（12.5 μg）和氯霉素（30 μg），但耐大观霉素（100 μg）。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阴性。V-P 反应为阴性。硝酸盐可以被还原成亚硝酸盐。能固氮。可利用下列化合物产酸：麦芽糖、D-木糖、柠檬酸钠、D-葡萄糖、乳糖、D-山梨醇、棉籽糖、N-乙酰基-D-葡萄糖胺、糖原、甘露醇、海藻糖、纤维二糖、D-半乳糖、L-山梨糖和 D-甘露糖。不能利用下列化合物产酸：蔗糖、琥珀酸钠、D-果糖、甘油、L-天冬氨酸、L-阿拉伯糖、DL-苹果酸酯、D-核糖、肌醇、DL-苹果酸、菊糖或肌酸。不能水解酪蛋白、淀粉或明胶。★**化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（36.03%）、$C_{16:0}$（26.85%）和 iso-$C_{16:0}$（7.98%）。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 46 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 $S27^T$ 与 *P. durus* DSM 1735^T、*P. sabinae* DSM 17841^T、*P. forsythiae* DSM 17842^T 和 *P. zanthoxyli* DSM 18202^T 的同源性分别为 97.3%、96.9%、96.7%和 96.6%。菌株 $S27^T$ 与 *P. durus* DSM 1735^T、*P. sabinae* DSM 17841^T、*P. forsythiae* DSM 17842^T 和 *P. zanthoxyli* DSM 18202^T 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 37.64%、23.12%、25.6%和 34.99%。16S rRNA 基因序列如下。

1　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc　ggagtatttt　tgagagcttg　ctctcaaaaa
61　tacttagcgg　cggacgggtg　agtaacacgt　aggcaacctg　ccccttgaac　tgggataact

121	accggaaacg	gtagctaata	ccggataatt	cctcttggca	cctgctggga	ggctgaaagg
181	cggagcaatc	tgctgtcaag	ggatgggcct	gcggcgcatt	agctagttgg	tggggtaacg
241	gctcaccaag	gcgacgatgc	gtagccgacc	tgagagggtg	aacggccaca	ctgggactga
301	gacacggccc	agactcctac	gggaggcagc	agtagggaat	cttccgcaat	gggcgaaagc
361	ctgacggagc	aacgccgcgt	gagtgatgaa	ggttttcgga	tcgtaaagct	ctgttgccag
421	ggaagaacgt	ctcttagagt	aactgctaag	agagtgacgg	tacctgagaa	gaaagccccg
481	gctaactacg	tgccagcagc	cgcggtaata	cgtagggggc	aagcgttgtc	cggaattatt
541	gggcgtaaag	cgcgcgcagg	cggctgttta	agtctggtgt	ttaaaccatg	ggctcaacct
601	gtggtcgcac	tggaaactgg	gcagcttgag	tgcagaagag	gaaagtggaa	ttccacgtgt
661	agcggtgaaa	tgcgtagaga	tgtggaggaa	caccagtggc	gaaggcgact	ttctgggctg
721	taactgacgc	tgaggcgcga	aagcgtgggg	agcaaacagg	attagatacc	ctggtagtcc
781	acgccgtaaa	cgatgagtgc	taggtgttag	gggtttcgat	acccttggtg	ccgaagttaa
841	cacagtaagc	actccgcctg	gggagtacgg	tcgcaagact	gaaactcaaa	ggaattgacg
901	gggacccgca	caagcagtgg	agtatgtggt	ttaattcgaa	gcaacgcgaa	gaaccttacc
961	aggtcttgac	atccctctga	atcgcctaga	gataggcgcg	gccttcggga	cagaggagac
1021	aggtggtgca	tggttgtcgt	cagctcgtgt	cgtgagatgt	tgggttaagt	cccgcaacga
1081	gcgcaacccct	tgactttagt	tgccagcagg	taaagctggg	cactctagag	tgactgccgg
1141	tgacaaaccg	gaggaaggtg	gggatgacgt	caaatcatca	tgccccttat	gacctgggct
1201	acacacgtac	tacaatggcc	ggtacaacgg	gaagcgaagc	cgcgaggtgg	agccaatctt
1261	ataaagccgg	tctcagttcg	gattgcaggc	tgcaactcgc	ctgcatgaag	tcggaattgc
1321	tagtaatcgc	ggatcagcat	gccgcggtga	atacgttccc	gggtcttgta	cacaccgccc
1381	gtcacaccac	gagagtttac	aacacccgaa	gtcggtgggg	taacccgcaa	gggagccagc
1441	cgccgaaggt	ggggtagatg	att			

652. *Paenibacillus sputi*（痰类芽胞杆菌）

【**种类编号**】3-57-140。*Paenibacillus sputi* Kim et al.，2010，sp. nov.（痰类芽胞杆菌）。★**模式菌株：**KIT 00200-70066-1 = DSM 22699 = KCTC 13252。★**16S rRNA 基因序列号：**FN394513。★**种名释意：***sputi* 为痰之意，故其中文名称为痰类芽胞杆菌（L. gen. n. *sputi*，of sputum）。

【**种类描述**】★**菌株来源：**菌株 KIT 00200-70066-1^T 分离自患者的痰液。★**形态特征：**细胞革兰氏染色可变，兼性厌氧，杆状［0.6 μm ×（2.0～3.0）μm］，芽胞端生。在 TSA 培养基上菌落为白色、半透明、黏稠状。★**生理特性：**生长温度为 15～42℃（最适为 30～37℃），pH 为 6～8（最适 pH 7.0），最高耐受盐浓度为 3%（w/v）NaCl。在 5%羊血琼脂上培养，有 α-溶血现象。不耐受氨苄西林、氯霉素、红霉素、新霉素、青霉素 G、利福平、链霉素、四环素、甲氧苄啶和万古霉素。对卡那霉素有抗性。★**生化特性：**不产吲哚。利用 L-半胱氨酸产 H_2S。不能还原硝酸盐。甲基红试验为阴性，V-P 试验为阳性。可水解七叶苷、淀粉和吐温 80，不能水解酪蛋白、DNA、明胶和酪氨酸。β-半乳糖苷反应阳性；精氨酸脱羧酶和赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、苯丙氨酸脱氨酶和脲酶为阴性。脂肪酶为阳性，卵磷脂酶为阴性。可利用下列物质作为唯一碳源：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、糖原、乳糖、麦芽糖、L-鼠李糖、D-水杨苷、淀粉和 D-木糖，不能利用下列物质作为唯一碳源：乙酸盐、N-乙酰葡萄糖胺、L-丙氨酸、苦杏仁苷、L-

阿糖醇、柠檬酸盐、D-果糖、L-海藻糖、苦杏仁糖、葡萄糖酸盐、甘油、L-组氨酸、肌醇、DL-乳酸盐、苹果酸盐、丙二酸盐、D-甘露醇、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、L-脯氨酸、丙酸盐、棉籽糖、D-核糖、L-丝氨酸、D-山梨醇、蔗糖、海藻糖和松二糖。可利用下列化合物产酸：N-乙酰氨基葡萄糖、苦杏仁苷、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、纤维二糖、七叶苷、L-海藻糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、糖原、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、甲基-β-D-木糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、D-水杨苷、淀粉和 D-木糖。不能利用下列化合物产酸：D-核糖醇、D-阿糖醇或 L-阿糖醇、熊果苷、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-果糖、D-岩藻糖、苦杏仁糖、葡萄糖酸盐、甘油、肌醇、菊糖、2-酮葡萄糖酸或 5-酮葡萄糖酸、D-木糖、D-甘露醇、松三糖、甲基-α-D-甘露糖苷、D-山梨醇、L-山梨糖、蔗糖、D-己酮糖、海藻糖、松二糖、木糖醇或 L-木糖。API ZYM 结果显示：可水解 L-亮氨酰-2-萘酰胺、2-萘基丁酸、2-萘基-β-D-吡喃半乳糖苷和 2-萘基磷酸盐；不能水解 N-苯甲酰基-DL-精氨酸-2-萘酰胺，6-溴-2-萘基-α-D-吡喃半乳糖苷、6-溴-2-萘基-β-D-吡喃葡萄糖苷、6-溴-2-萘基-α-D-吡喃甘露糖苷、L-半胱氨酰-2-萘酰胺、N-戊二酰基-苯丙氨酸-2-萘酰胺、萘酚-AS-BI-β-D-葡萄糖苷酸、萘酚-AS-BI 磷酸酯、1-萘基 N-乙酰 α-D-葡萄糖苷、2-萘辛酸酯、2-萘基-α-L-吡喃海藻糖苷、2-萘基-α-D-吡喃葡萄糖苷、2-萘肉豆蔻酸酯、2-萘基磷酸盐（pH 8.5）和 L-缬氨酰基-2-萘酰胺。★**化学特性：**细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.1 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 KIT 00200-70066-1^T 与 *P. nanensis* MX2-3^T、*P. agaridevorans* DSM 1355^T 和 *P. alkaliterrae* KSL-134^T 的同源性分别为 95.4%、95.2%和 94.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       ggggcgtgcc  taatacatgc  aagtcgagcg  gagcttgacg  gaagcttgct  tccgtcttgc
61      ttagcggcgg  acgggtgagt  aacacgtagg  taacctgcct  gtaagactgg  gataacattc
121     ggaaacgaat  gctaataccg  gatacgcgaa  ttgatcgcat  gatcgaatcg  ggaaagacgg
181     agcaatctgt  cacttacaga  tggacctgcg  gcgcattagc  tagttggtgg  ggtaacggcc
241     caccaaggcg  acgatgcgta  gccgacctga  gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac
301     acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt  ccgcaatggg  cgaaagcctg
361     acggagcaac  gccgcgtgag  tgatgaaggt  tttcggatcg  taaagctctg  ttgccaggga
421     agaatgcttg  cgagagtaac  tgctcgcaag  gtgacggtac  ctgagaagaa  agccccggct
481     aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  agggggcaag  cgttgtccgg  aattattggg
541     cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  tcgattaagt  ctggtgttta  accccggagc  tcaactccgg
601     gtcgcactgg  aaactggtcg  acttgagtgc  agaagaggaa  agtggaattc  cacgtgtagc
661     ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactttc  tgggctgtaa
721     ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg
781     ccgtaaacga  tgaatgctag  gtgttagggg  tttcgatacc  cttggtgccg  aagttaacac
841     attaagcatt  ccgcctgggg  agtacggtcg  caagactgaa  actcaaagga  attgacgggg
901     acccgcacaa  gcagtggagt  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg
961     tcttgacatc  caactaacga  agcagagatg  cattaggtgc  ccttcgggga  aagttgagac
1021    aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga
1081    gcgcaaccct  tgatcttagt  tgccagcact  ttgggtgggc  actctaggat  gactgccggt
1141    gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta
```

1201　cacacgtact　acaatggcca　gtacaacggg　aagcgaaacc　gcgaggtgga　gccaatccta
1261　tcaaagctgg　tctcagttcg　gattgcaggc　tgcaactcgc　ctgcatgaag　tcggaattgc
1321　tagtaatcgc　ggatcagcat　gccgcggtga　atacgttccc　gggtcttgta　cacaccgccc
1381　gtcacaccac　gagagtttac　aacacccgaa　gtcggtgggg　taacccgcaa　gggagccagc
1441　cgccgaaggt　ggggtag

653. *Paenibacillus stellifer*（星胞类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-141。*Paenibacillus stellifer* Suominen et al.，2003，sp. nov.（星胞类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**IS 1 = CCUG 45566 = DSM 14472。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ316013。**★种名释意：***stellifer* 意为星形芽胞，故其中文名称为星胞类芽胞杆菌（L. masc. adj. *stellifer*，star-bearing，star-carrying，referring to the presence of star-shaped spores）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 IS 1^T 分离自食品包装纸板。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［（0.6～0.8）μm×（2.5～5.0）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，端生，胞囊膨大，成熟的芽胞有条纹结构连接芽胞两端。在营养琼脂上的菌落形态圆形、无色、光滑、微凸、边缘整齐。**★生理特性：**生长温度为 15～40℃，pH 为 6～8，最适生长 pH 为 7.2～7.4，最高耐受盐浓度为 5%（w/v）NaCl。**★生化特性：**可利用 L-阿拉伯糖、D-纤维二糖和 D-木糖，不能利用 N-乙酰葡萄糖胺、熊果苷、葡萄糖酸盐、麦芽糖醇、D-甘露醇、D-山梨醇、乙酸盐、L-苹果酸、丙酮酸盐和 4-羟苯酸盐。可水解 β-D-吡喃半乳糖苷和 L-脯氨酸，不能水解 α-吡喃葡萄糖苷和 *bis-p*-硝基苯-磷酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 $C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 55.6 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 IS 1^T 与 *P. borealis* DSM18188^T 的同源性为 96.8%。16S rRNA 基因序列如下。

1　ggacgaacgc　tggcggcgtg　cctaatacat　gcaagtcgag　cggagttgtg　agggagcttg
61　ctccngatnn　acttagcggc　ggacgggtga　gtaacacgta　ggcaacctgc　ccttcagact
121　gggataacta　ccggaaacgg　tagctaatac　cggataattc　ctttcttcgc　ctgaaggaag
181　gatgaaagac　ggagcaatct　gttactgagg　gatgggcctg　cggcgcatta　gctagttggt
241　ggggtaacgg　ctcaccaagg　cgacgatgcg　tagccgacct　gagagggtga　acggccacac
301　tgggactgag　acacggccca　gactcctacg　ggaggcagca　gtagggaatc　ttccgcaatg
361　ggcgaaagcc　tgacggagca　acgccgcgtg　agtgatgaag　gttttcggat　cgtaaagctc
421　tgttgccagg　gaagaacgtt　ctctagagta　actgctagag　aagtgacggt　acctgagaag
481　aaagccccgg　ctaactacgt　gccagcagcc　gcggtaatac　gtagggggca　agcgttgtcc
541　ggaattattg　ggcgtaaagc　gcgcgcaggc　ggcgatttaa　gtctggtgtt　taaaccatgg
601　gctcaacctg　tggtcgcatc　ggaaactgga　tggcttgagt　gcagaagagg　aaagtggaat
661　tccacgtgta　gcggtgaaat　gcgtagagat　gtggaggaac　accagtggcg　aaggcgactt
721　tctgggctgt　aactgacgct　gaggcgcgaa　agcgtgggga　gcaaacagga　ttagataccc
781　tggtagtcca　cgccgtaaac　gatgagtgct　aggtgttagg　ggtttcgata　cccttggtgc
841　cgaagttaac　acagtaagca　ctccgcctgg　ggagtacggt　cgcaagactg　aaactcaaag
901　gaattgacgg　ggacccgcac　aagcagtgga　gtatgtggtt　taattcgaag　caacgcgaag
961　aaccttacca　ggtcttgaca　tccccctgaa　tacgttagag　atagcgtagg　ccttcgggac
1021　aggggagaca　ggtggtgcat　ggttgtcgtc　agctcgtgtc　gtgagatgtt　gggttaagtc
1081　ccgcaacgag　cgcaaccctt　gactttagtt　gccagcaggt　caggctgggc　actctagagt

```
1141    gactgccggt  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg
1201    acctgggcta  cacacgtact  acaatggccg  gtacaacggg  aagcgaaacc  gcgaggtgga
1261    gccaatctta  taaagccggt  ctcagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagt
1321    cggaattgct  agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggtcttgtac
1381    acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttaca  acacccgaag  tcggtggggt  aacccgcaag
1441    ggagccagcc  gccgaaggtg  gggtagatga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa  ggtagccgta
1501    tcggaaggtg  cggctggat
```

654. *Paenibacillus susongensis*（宿松县类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-142。*Paenibacillus susongensis* Guo et al.，2014，sp. nov.（宿松县类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**M327 = CCTCCAB 2014058 = LMG 28236 = JCM 19951。**★16S rRNA 基因序列号：**KJ101448。**★种名释意：***susongensis* 意为模式菌株分离自我国安徽宿松县，故其中文名称为宿松县类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *susongensis*，referring to Susong county，Anhui Province，PR China，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 M327^T 从我国安徽宿松云母片岩岩石的风化表面分离。**★形态特征：**细胞为革兰氏阳性，好氧，杆状［（1.0～1.5）μm ×（3～5）μm］，可运动。芽胞圆形，中生，胞囊膨大。30℃生长 48 h 的菌落为白色-浅黄色，圆形，凸起，光滑，直径 1.0～2.0 mm。**★生理特性：**在 TSA 和 LB 培养基上生长良好。生长温度为 15～40℃，最适为 30℃。pH 为 4.0～9.0，最适 pH 为 7.0。NaCl 浓度为 0～5%。可分解黑云母而释放出 Si、Al、K 和 Fe。**★生化特性：**硝酸盐还原、过氧化氢酶、氧化酶、V-P 反应和 β-半乳糖苷酶为阳性。不产吲哚。能水解七叶苷、淀粉和酪蛋白，不能水解尿素和 L-精氨酸。API 20NE 分析结果显示，能利用葡萄糖、N-乙酰葡萄糖胺和麦芽糖，不能利用 L-阿拉伯糖、甘露糖、甘露醇、己二酸、苹果酸和苯乙酸。API 50CHB 分析结果表明，由下列物质产酸：甘露醇、D-木糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖、淀粉、糖原、苦杏仁糖和 5-酮基葡萄糖酸钾。不能由下列物质产酸：赤藓糖醇、DL-阿拉伯糖、D-核糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃葡萄糖苷、D-甘露糖、L-山梨醇、L-鼠李糖、半乳糖醇、D-甘露醇、肌醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、熊果苷、水杨苷、蜜二糖、松三糖、菊糖、木糖醇、松二糖、D-来苏糖、D-己酮糖、DL-岩藻糖、DL-阿糖醇、葡萄糖酸钾和 2-酮基葡萄糖酸钾。API ZYM 分析结果表明，下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、酸性磷酸酶、N-乙酰-β-吡喃葡萄糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-吡喃葡萄糖苷酶和萘酚-AS-BI-磷酸水解酶。下列酶活性为阴性：酯酶（C18）、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、α-半乳糖苷酶、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、未知氨磷脂和未知的脂质。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.6 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 M327^T 与 *P. terrigena* A35^T 和 *P. selenitireducens* ES3-24^T 的同源性分别为 98.6%和 98.3%。菌株 M327^T 与 *P. terrigena* A35^T 和 *P. selenitireducens*

ES3-24^{T} 的 DNA-DNA 杂交关联度分别 33.1%和 26.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggagttattc  cttcggggat
61    aacttagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  aggcaacctg  cctgtaagat  tgggataact
121   accggaaacg  gtagctaaga  ccggatacac  aacgaggtcg  catgatcttg  ttgggaaaag
181   cggagcaatc  tgctacttac  agatgggcct  gcggcgcatt  agctagttgg  tgaggtaacg
241   gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  aacggccaca  ctgggactga
301   gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat  ggacgcaagt
361   ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaagct  ctgttgccag
421   ggaagaacgc  ttgggagagt  aactgctctc  aaggtgacgg  tacctgagaa  gaaagccccg
481   gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc  aagcgttgtc  cggaattatt
541   gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggctttgta  agtctggtgt  ttaaacctag  ggctcaaccc
601   tgggtcgcat  tggaaactgc  aaggcttgag  tgcagaagag  gagagtggaa  ttccacgtgt
661   agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact  ctctgggctg
721   taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc  ctggtagtcc
781   acgccgtaaa  cgatgaatgc  taggtgttag  gggtttcgat  acccttggtg  ccgaagttaa
841   cacattaagc  attccgcctg  gggagtacgg  tcgcaagact  gaaactcaaa  ggaattgacg
901   gggacccgca  caagcagtgg  agtacgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc
961   aggtcttgac  atctgaatgt  aacacctaga  gataggtgcc  ctcttcggag  cattcaagac
1021  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga
1081  gcgcaaccct  tgatcttagt  tgccagcact  tcgggtgggc  actctaggat  gactgccggt
1141  gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta
1201  cacacgtact  acaatggtcg  atacaacggg  aagcgaagcc  gcgaggtgga  gccaatccta
1261  tcaaagtcga  tctcagttcg  gattgcaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag  tcggaattgc
1321  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc  gggtcttgta  cacaccgccc
1381  gtcacaccac  gagagtttac  aacacccgaa  gtcggtgggg  taacccgcaa  gggagccagc
1441  cgccgaaggt  ggggtagatg  attggggtg
```

655. *Paenibacillus swuensis*（女院类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-143。*Paenibacillus swuensis* Lee et al.，2014，sp. nov.（女院类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DY6 = KCTC 33026 = JCM 1849。**★16S rRNA 基因序列号：**JQ958374。**★种名释意：***swuensis* 是根据首尔女子学院的首字母缩写 SWU 而创造的词汇，故其中文名称为女院类芽胞杆菌（swu.en'sis. N.L. masc. adj. *swuensis* of or belonging to Seoul Women's University，where the taxonomic study was performed）。

【种类描述】★菌株来源：DY6^{T} 分离自韩国全北的土壤中。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格好氧，形成芽胞，能运动，杆状［（1.5～2.5）μm ×（1.0～1.2）μm］。**★生理特性：**可以在 TSA、LB、NA 和 R2A 培养基上生长。生长温度为 10～30℃（最适 30℃）。pH 为 6～10（最适 pH 7）。能耐受 3% NaCl（w/v），最适为 0～1% NaCl（w/v）。**★生化特性：**水解酪蛋白、淀粉、吐温 20 和酪氨酸，但不能水解吐温 40、吐温 80 和明胶。V-P 反应（3-羟基丁酮）和产 H_2S 为阴性，可将硝酸盐还原为亚硝酸盐，过氧化氢酶和氧化酶为阳性，由葡萄糖产酸和产吲哚为阴性（API 20E）。API ID 32GN 分析结果表明，可利用乙酸、N-乙酰-D-葡萄糖胺、L-丙氨酸、L-阿拉伯糖、D-葡萄糖、糖原、4-羟基苯甲

酸、D，L-3-羟基丁酸、2-酮基葡萄糖酸、D，L-乳酸、丙二酸、D-麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、D-蜜二糖、L-脯氨酸、丙酸、D-核糖、L-丝氨酸、D-蔗糖和n-缬草酸，但不能利用己二酸、癸酸、柠檬酸、L-岩藻糖、葡萄糖酸、L-组氨酸、3-羟基苯甲酸、衣康酸、5-酮基葡萄糖酸、L-苹果酸、肌醇、苯乙酸、L-鼠李糖、水杨苷、D-山梨醇和辛二酸。API 50CH 分析结果表明，由下列物质产酸：D-核糖醇、D-纤维二糖、苦杏仁糖、糖原、菊糖、D-来苏糖、D-蜜二糖、D-岩藻糖、D-核糖、木糖醇、D-木糖和L-木糖，不能由下列物质产酸：N-乙酰-葡萄糖胺、苦杏仁苷、DL-阿拉伯糖、DL-阿糖醇、熊果苷、半乳糖醇、赤藓糖醇、七叶苷、D-果糖、DL-岩藻糖、D-半乳糖、葡萄糖酸、葡萄糖、甘油、肌醇、D-乳糖、麦芽糖、甘露醇、D-甘露糖、松三糖、α-甲基-D-葡萄糖苷、α-甲基-D-甘露糖苷、β-甲基-D-木糖苷、D-棉籽糖、L-鼠李糖、水杨苷、山梨醇、L-山梨糖、淀粉、D-蔗糖、D-己酮糖、松二糖、2-酮基葡萄糖酸或5-酮基葡萄糖酸。API ZYM 分析结果表明，下列酶活性为阳性：酸性磷酸酶、碱性磷酸酶、α-胰凝乳蛋白酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶和缬氨酸芳基酰胺酶。下列酶活性为阴性：N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、α-岩藻糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、亮氨酸芳基酰胺酶、酯酶（C14）、α-甘露糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶或胰蛋白酶。**★化学特性：**主要极性脂包含大量二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油。主要呼吸醌为MK-7。主要脂肪酸为anteiso-$C_{15:0}$（38.7%）和$C_{16:0}$（18.0%）。**★分子特性：**菌株DY6^T DNA的G+C含量为47.7 mol%。16S rRNA基因序列的系统发育分析表明菌株DY6^{T}与 *P. gansuensis* B518^T、*P. chitinolyticus* IFO 15660^T、*P. chinjuensis* WN9^{T}和*P. rigui* WPCB173^{T}的同源性分别为97.9%、95.3%、94.7%和94.7%。16S rRNA基因序列如下。

```
1      gctcaggacg  aacgctggcg  gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgagcggag  ttgatgagaa
61     gcttgcttct  ctgatgctca  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtaggtaa  cctgcctgta
121    agatcgggat  aactaccgga  aacggtagct  aagaccggat  acacggttct  cttgcatgag
181    agaactggga  aaagcggagc  aatctgctgc  ttacagatgg  gcctgcggcg  cattagctag
241    ttggtgaggt  aacggctcac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc
301    cacactggga  ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg
361    caatggacga  aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  tgaaggtttt  cggatcgtaa
421    agctctgttg  ccagggaaga  acgccgagga  gagtaactgc  tcttcgggtg  acggtacctg
481    agaagaaagc  cccggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  gggcaagcgt
541    tgtccggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggttt  tgtaagtcta  gtgtttaatt
601    ccagggctca  accctggatc  gcaccggaaa  ctgcaagact  tgagtgtagg  agaggaaagt
661    ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc
721    gactttctgg  cctataactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcaaa  caggattaga
781    taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  atgctaggtg  ttaggggttt  cgataccctt
841    ggtgccgaag  ttaacacatt  aagcattccg  cctggggagt  acgctcgcaa  gagtgaaact
901    caaaggaatt  gacggggacc  cgcacaagca  gtggagtatg  tggtttaatt  cgaagcaacg
961    cgaagaacct  taccaggtct  tgacatccct  ctgaatacgy  tggagacagc  gtaggccttc
1021   gggacagagg  agacaggtgg  tgcatggttg  tcgtcagctc  gtgtcgtgag  atgttgggtt
1081   aagtcccgca  acgagcgcaa  cccttgatct  tagttgccag  cragtaatgt  ygggcactct
1141   aggatgactg  ccggtgacaa  accggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccc
```

1201	ttatgacctg	ggctacacac	gtactacaat	ggccggtaca	acgggaagcg	aagccgcgag
1261	gtggagccaa	tcttataaaa	gccggtctca	gttcggattg	caggctgcaa	ctcgcctgca
1321	tgaagtcgga	attgctagta	atcgcggatc	agcatgccgc	ggtgaatacg	ttcccgggtc
1381	ttgtacacac	cgcccgtcac	accacgagag	tttacaacac	ccgaagtcgg	tggggtaacc
1441	cgcaagggag	ccagccgccg	aaggtggggt	agatgattgg	ggtgaagtcg	ta

656. *Paenibacillus taichungensis*（台中类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-144。*Paenibacillus taichungensis* Lee et al.，2008，sp. nov.（台中类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**V10537 = BCRC 17757 = DSM 19942。**★16S rRNA 基因序列号：**EU179327。**★种名释意：***taichungensis* 意为模式菌株分离自我国台湾台中，故其中文名称为台中类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *taichungensis*，of Taichung，a city in Taiwan，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 V10537^T 分离自我国台湾台中的土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，兼性厌氧，可运动，形成椭圆形芽胞，杆状[（0.9～1.4）μm×（1.8～6.8）μm]。在 NA 培养基上的菌落扁平，边缘呈波浪形，灰白色-白色。**★生理特性：**嗜中温，生长温度为 5～40℃（最适为 30℃），超过 40℃不能生长。pH 为 5.0～11.0（最适 pH 6.0～8.0）。可耐受 7% NaCl（w/v）。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶和 β-半乳糖苷酶为阳性，但精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶和明胶酶为阴性。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐或 N_2。产 3-羟基丁酮，但不产吲哚和 H_2S。由蔗糖、蜜二糖和苦杏仁苷产酸（API 20E）。可水解淀粉和酪蛋白。下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶。下列酶活性为阴性：酯酶（C14）、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶（API ZYM）。由下列物质产酸：甘油、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、甲基-β-D-木糖苷、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、甘露醇、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、苦杏仁糖和松二糖，但不能由 API 50CHB 系统中的其他物质产酸。Biolog GP2 分析结果显示，能利用下列物质：α-环糊精、β-环糊精、糊精、糖原、N-乙酰-D-葡萄糖胺、苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、熊果苷、纤维二糖、D-果糖、L-岩藻糖、D-半乳糖醛酸、D-葡萄糖酸、肌醇、乳果糖、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露糖、松三糖、甲基-α-D-半乳糖苷、甲基-β-D-半乳糖苷、3-甲基葡萄糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、甲基-α-D-甘露糖苷、异麦芽酮糖、D-阿洛酮糖、棉籽糖、D-核糖、水杨苷、D-山梨醇、水苏糖、蔗糖、海藻糖、D-木糖、乙酸、丙酮酸甲酯、琥珀酸单甲酯、丙酮酸、2，3-丁二醇、甘油、腺苷、2′-脱氧腺苷、肌苷、胸苷和尿苷，但不能利用 Biolog GP2 系统中的其他物质。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7，此外还有 MK-6。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺和 12 种未知的脂类。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 46.7 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 V10537^T 属于 *Paenibacillus*，与亲缘关系最近

的 *Paenibacillus pabuli*、*Paenibacillus xylanilyticus*、*Paenibacillus amylolyticus*、*Paenibacillus barcinonensis* 和 *Paenibacillus illinoisensis* 的同源性分别为 99.5%、98.8%、98.3%、98.2% 和 98.1%。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 V10537^T 与这些种类的关联度为 8.5%～45.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61     ggatcttacc  ttcgggtaag  gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag  gcaacctgcc
121    tgtaagaccg  ggataacatt  cggaaacgaa  tgctaatacc  ggatatgcaa  cttggctgca
181    tggtcgagtt  gggaaagacg  gtgcaagctg  tcgcttacag  atgggcctgc  ggtgcattag
241    ctagttggtg  aggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcat  agccgacctg  agagggtgat
301    cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct
361    tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc
421    gtaaagctca  gttgccaggg  aagaacagcc  gagagagtaa  ctgctcttgg  aatgacggta
481    cctgagaaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  tagggggcaa
541    gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gctttgtaag  tttggtgttt
601    aatctcagag  ctcaactctg  attcgcatcg  aaaactgcaa  ggcttgagta  cagaagagga
661    aagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga
721    aggcgacttt  ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat
781    tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgaatgcta  ggtgttaggg  gtttcgatac
841    cctttggtgc  cgaagttaac  acattaagca  ttccgcctgg  ggagtacgct  cgcaagagtg
901    aaactcaaag  gaattgacgg  ggacccgcac  aagcagtgga  gtatgtggtt  taattcgaag
961    caacgcgaag  aaccttacca  gctcttgaca  tccctctgaa  tcctctagag  atagaggcgg
1021   cccttcgggg  acggaggaga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg
1081   ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcag  ttcggctggg
1141   cactctaagg  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca
1201   tgccccttat  gagctgggct  acacacgtac  tacaatggcc  ggtacaacgg  gaagcgaagc
1261   cgcgaggtgg  agcgaatcct  ataaaagccg  gtctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg
1321   cctgcatgaa  gtcggaattg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc
1381   cgggtcttgt  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttta  caacacccga  agtcggtggg
1441   gtaacccgca  agggagccag  ccgccgaagg  tggggtagat  gattggggtg  aagtcgtaac
1501   aaggtagcc
```

657. *Paenibacillus taihuensis*（太湖类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-145。*Paenibacillus taihuensis* Wu et al.，2013，sp. nov.（太湖类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**THMBG22 = CGMCC 1.10966 = NBRC 108766。**★16S rRNA 基因序列号：**JQ398861。**★种名释意：***taihuensis* 意为模式菌株分离自我国太湖，故其中文名称为太湖类芽胞杆菌（tai.hu.en′sis. N.L. masc. adj. *taihuensis*，of or pertaining to Lake Taihu in Jiangsu Province，China，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 THMBG22^T 分离自太湖水藻降解残渣。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，兼性厌氧，杆状［（0.8～1.5）μm ×（2～4）μm］，芽胞端生。**★生理特性：**生长温度为 20～40℃（最适为 30～37℃）。pH 5.0～9.0，最适 pH 6.0～7.0，最高耐受盐浓度为 1%。在 E-R2A 琼脂上 30℃培养 3 d 后的菌落形态圆形、扁平、白色奶油

状、直径为 1～3 mm。菌株不耐青霉素、链霉素、庆大霉素、四环素、万古霉素、诺氟沙星、新生霉素、氨苄西林、氯霉素、红霉素和卡那霉素。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶为阳性。产 H_2S。水解淀粉、七叶苷和羧甲基纤维素，不能水解明胶、酪蛋白和吐温 80。甲基红和 V-P 反应为阴性。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐，不能发酵葡萄糖，不产吲哚。脲酶、色氨酸脱氢酶和精氨酸双水解酶为阴性。可利用下列物质：葡萄糖、D-甘露糖、N-乙酰葡萄糖胺、麦芽糖和葡萄糖。不能利用阿拉伯糖、甘露醇、柠檬酸、癸酸、己二酸、苹果酸和乙酸苯酯。由下列物质产酸：D-木糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-葡萄糖、α-D-吡喃甘露糖苷、α-D-甲基吡喃葡萄糖苷、甲基-N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、柠檬酸铁、水杨苷、麦芽糖、乳糖、海藻糖、蔗糖、棉籽糖、淀粉、糖原、苦杏仁糖、松二糖、5-酮基葡萄糖酸钾、D-甘露糖、D-果糖和松三糖。在 API ZYM 试验中，碱性磷酸酶、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶为阳性，而酯酶（C4）、酯酶（C14）、β-葡萄糖醛酸酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 β-岩藻糖苷酶为阴性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、四种糖脂、三种氨基磷脂、两种氨基脂、两种磷脂和一种未知极性脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 55.2 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 THMBG22^T 与 *P. sacheonensis* DSM 23054^T 和 *P. phyllosphaerae* DSM 17399^T 的同源性分别为 97%和 96.1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    ggatcttacc  ttcgggtaag  gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag  gcaacctgcc
121   tgtaagaccg  ggataacatt  cggaaacgaa  tgctaatacc  ggatatgcaa  cttggctgca
181   tggtcgagtt  gggaaagacg  gtgcaagctg  tcgcttacag  atgggcctgc  ggtgcattag
241   ctagttggtg  aggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcat  agccgacctg  agagggtgat
301   cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct
361   tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc
421   gtaaagctca  gttgccaggg  aagaacagcc  gagagagtaa  ctgctcttgg  aatgacggta
481   cctgagaaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  tagggggcaa
541   gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gctttgtaag  tttggtgttt
601   aatctcagag  ctcaactctg  attcgcatcg  aaaactgcaa  ggcttgagta  cagaagagga
661   aagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca  ccagtggcga
721   aggcgacttt  ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat
781   tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgaatgcta  ggtgttaggg  gtttcgatac
841   cctttggtgc  cgaagttaac  acattaagca  ttccgcctgg  ggagtacgct  cgcaagagtg
901   aaactcaaag  gaattgacgg  ggacccgcac  aagcagtgga  gtatgtggtt  taattcgaag
961   caacgcgaag  aaccttacca  gctcttgaca  tccctctgaa  tcctctagag  atagaggcgg
1021  cccttcgggg  acggaggaga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg
1081  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcag  ttcggctggg
1141  cactctaagg  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca
1201  tgccccttat  gagctgggct  acacacgtac  tacaatggcc  ggtacaacgg  gaagcgaagc
```

1261　cgcgaggtgg　agcgaatcct　ataaaagccg　gtctcagttc　ggattgcagg　ctgcaactcg
1321　cctgcatgaa　gtcggaattg　ctagtaatcg　cggatcagca　tgccgcggtg　aatacgttcc
1381　cgggtcttgt　acacaccgcc　cgtcacacca　cgagagttta　caacacccga　agtcggtggg
1441　gtaacccgca　agggagccag　ccgccgaagg　tggggtagat　gattggggtg　aagtcgtaac
1501　aaggtagcc

658. *Paenibacillus taiwanensis*（台湾类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-146。*Paenibacillus taiwanensis* Lee et al.，2007，sp. nov.（台湾类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**G-soil-2-3 = BCRC 17411 = DSM 18679 = IAM 15414 = JCM 23198 = LMG 23799。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ890521。**★种名释意：***taiwanensis* 意为模式菌株分离自我国台湾，故其中文名称为台湾类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *taiwanensis*，of Taiwan，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 G-soil-2-3^{T} 分离自我国台湾的农田土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，兼性厌氧，杆状［（0.7～0.9）μm×（2.5～6.8）μm］，以周生鞭毛运动，芽胞端生。在 NA 培养基上的菌落形态灰白色、扁平、边缘缺刻。**★生理特性：**生长温度为 10～45℃（最适为 30℃），pH 为 4.5～12（最适为 6～8），最适盐浓度为 4%（w/v）NaCl。**★生化特性：**过氧化氢酶和 β-半乳糖苷酶为阳性；氧化酶、脲酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶和明胶水解为阴性。不产吲哚、H_2S 和 3-羟基丁酮。水解淀粉和酪蛋白。可利用下列化合物产酸：核糖、D-葡萄糖、甘油、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、七叶苷、D-纤维二糖、D-麦芽糖、蔗糖、D-岩藻糖、D-松三糖、苦杏仁糖、D-松二糖和葡萄糖。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（40.5%），iso-$C_{15:0}$（13.1%），iso-$C_{16:0}$（10.8%）和 anteiso-$C_{17:0}$（7.3%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44.6mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 G-soil-2-3^{T} 与 *P. assamensis*、*P. alvei* 和 *P. apiarius* 的同源性分别为 95.7%、95%和 95.2%。16S rRNA 基因序列如下。

1　gagtttgatc　ctggctcagg　acgaacgctg　gcggcgtgcc　taatacatgc　aagtcgagcg
61　gagttgatga　ggtgcttgca　cctctgagac　ttagcggcgg　acgggtgagt　aacacgtagg
121　taacctgcct　gtaagactgg　gataacccac　ggaaacgtga　gctaataccg　gataggcgag
181　actcccgcat　gggagattcg　agaaaggcgg　agcaatctgc　cacttacaga　tggacctgcg
241　gcgcattagc　tagttggtag　ggtaacggcc　taccaaggcg　acgatgcgta　gccgacctga
301　gagggtgatc　ggccacactg　ggactgagac　acggcccaga　ctcctacggg　aggcagcagt
361　agggaatctt　ccgcaatggg　cgaaagcctg　acggagcaac　gccgcgtgag　tgatgaaggc
421　cttcgggtcg　taaagctctg　ttgccaagga　agaacagcca　agagagtaac　tgctcttgga
481　atgacggtac　ttgagaagaa　agccccggct　aactacgtgc　cagcagccgc　ggtaatacgt
541　agggggcaag　cgttgtccgg　aattattggg　cgtaaagcgc　gcgcaggcgg　taatgtaagt
601　tgggtgttta　aacctagggc　tcaaccttgg　gtcgcaccca　aaactgcatc　acttgagtgc
661　agcagaggaa　agtggaattc　cacgtgtagc　ggtgaaatgc　gtagagatgt　ggaggaacac
721　cagtggcgaa　ggcgactttc　tgggctgtaa　ctgacgctga　ggcgcgaaag　cgtggggagc
781　aaacaggatt　agataccctg　gtagtccacg　ccgtaaacga　tgaatgctag　gtgttagggg
841　tttcgatacc　cttggtgccg　aagttaacac　attaagcatt　ccgcctgggg　agtacggtcg

901	caagactgaa	actcaaagga	attgacgggg	acccgcacaa	gcagtggagt	atgtggttta
961	attcgaagca	acgcgaagaa	ccttaccagg	tcttgacatc	cttctgaccg	ctgtagagat
1021	atggcttccc	ttcggggcag	aagagacagg	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt
1081	gagatgttgg	gttaagtccc	gcaacgagcg	caacccttaa	ctttagttgc	cagcattcag
1141	ttgggcactc	tagagtgact	gccggtgaca	aaccggagga	aggtggggat	gacgtcaaat
1201	catcatgccc	cttatgacct	gggctacaca	cgtactacaa	tggtcggtac	aacgggaagc
1261	gaagccgcga	ggtggagcca	atcctaaaaa	gccgatctca	gttcggattg	caggctgcaa
1321	ctcgcctgca	tgaagtcgga	attgctagta	atcgcggatc	agcatgccgc	ggtgaatacg
1381	ttcccgggtc	ttgtacacac	cgcccgtcac	accacgagag	tttacaacac	ccgaagccgg
1441	tggggtaacc	gcaaggagcc	agccgtcgaa	ggtggggtag	atgattgggg	tgaagtcgta
1501	acaaggtagc	cgtatcggaa	ggtgcggctg	gatcacc		

659. *Paenibacillus taohuashanense*（桃花山类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-147。*Paenibacillus taohuashanense* Xie et al.，2012，sp. nov.（桃花山类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**gs65 = CGMCC 1.12175 = DSM 25809。**★16S rRNA 基因序列号：**JQ694712。**★种名释意：***taohuashanense* 意为模式菌株分离自我国甘肃桃花山，故其中文名称为桃花山类芽胞杆菌（tao. hua. shan. en′se. M. L. adj. *taohuashanense*，referring to the Taohuashan Mountains in Gansu，P. R. China，where the type strain were isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 gs65^T 分离自我国甘肃桃花山甘肃锦鸡儿（*Caragana kansuensis*）的根际土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧、杆状［（0.6～0.7）μm ×（2.2～2.6）μm］，形成芽胞。在 LD 培养基上 30℃生长 72 h 的菌落为圆形，黄色，光滑，凸起，边缘整齐。**★生理特性：**生长温度为 15～50℃（最适为 30℃），不能耐受 3%（w/v）NaCl。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶和 V-P 反应为阴性。可还原硝酸盐成亚硝酸盐，可固氮。可利用下列化合物产酸：麦芽糖、蔗糖、D-木糖、D-果糖、D-葡萄糖、甘油、乳糖、D-山梨醇、棉籽糖、N-乙酰基-D-葡萄糖胺、糖原、海藻糖、纤维二糖、D-菊糖、D-甘露糖、阿拉伯糖、D-核糖、柠檬酸钠、甘露醇、甘露糖、D-吡喃葡萄糖苷、肌醇、菊糖、D-半乳糖和 DL-苹果酸。不可利用下列化合物产酸：琥珀酸盐、肌酸、L-天冬氨酸钠、DL-苹果酸盐、山梨糖、L-鼠李糖、马来酸。β-半乳糖苷酶为阳性，但脲酶、精氨酸双水解酶、苯丙氨酸脱氨酶为阴性。不产吲哚。可水解丙氨酸、组氨酸、丝氨酸，不能水解酪蛋白、明胶和淀粉。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-6 和 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{14:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.6 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 gs65^T 与 *P. borealis* DSM 13188^T、*P. odorifer* ATCC BAA-93^T、*P. durus* DSM 1735^T 和 *P. sophorae* DSM 23020^T 的同源性分别为 97.5%、97.3%、97.0%和 96.9%。16S rRNA 基因序列如下。

1	agagtttgat	cctggctcag	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc
61	ggatttcgtt	ggaagcttgc	tttcaacggg	gttagcggcg	gacgggtgag	taacacgtag
121	gcaacctgcc	ttcaaggctg	ggataacatt	cggaaacgga	tgctaatacc	ggatacacca
181	ttatgctgca	tggcggaatg	gggaaaggcg	gagcaatctg	ccacttggag	acgggcctgc
241	ggcgcattag	ctagttggtg	gggtaacggc	tcaccaaggc	gacgatgcgt	agccgacctg

```
301   agagggtgat  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag
361   tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg
421   ttttcggatc  gtaaagctct  gttgccaggg  aagaacgagt  gggagagtaa  ctgctcctgc
481   tatgacggta  cctgagaaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
541   tagggggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gcttggaaag
601   tcgggtgttt  aagctcgggg  ctcaaccccg  atacgcaccc  gaaactgcca  ggcttgagtg
661   cagaagagga  aagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca
721   ccagtggcga  aggcgacttt  ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag
781   caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgaatgcta  ggtgttaggg
841   gtttcgatac  ccttggtgcc  gaagttaaca  cattaagcat  tccgcctggg  gagtacgctc
901   gcaagagtga  aactcaaagg  aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt
961   aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  ccctctgacc  ggtctagaga
1021  taggcctttc  cttcgggaca  gaggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1081  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  gatttagttg  ccagcacttc
1141  gggtgggcac  tctagatcga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggcgggg  atgacgtcaa
1201  atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtactac  aatggccggt  acaacgggca
1261  gcgaaaccgc  gaggtggagc  gaatcctaga  aaagccggtc  tcagttcgga  ttgcaggctg
1321  caactcgcct  gcatgaagtc  ggaattgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat
1381  acgttcccgg  gtcttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttacaa  cacccgaagt
1441  cggtggggta  acccgcaagg  gagccagccg  ccgaaggtgg  ggtagatgat  tggggtgaag
1501  tcgtaacaag  gtagccgtat  cggaaggtgc  ggctggatca  cc
```

660. *Paenibacillus tarimensis*（塔里木类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-148。*Paenibacillus tarimensis* Wang et al.，2008，sp. nov.（塔里木类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SA-7-6 = CCTCC AB 206108 = DSM 19409。**★16S rRNA 基因序列号：**EF125184。**★种名释意：***tarimensis* 意为模式菌株分离自我国塔里木盆地，故其中文名称为塔里木类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *tarimensis*，referring to Tarim Basin，China，the geographical origin of the type strain）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SA-7-6^T 分离自我国塔里木盆地沙漠土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［（0.5～0.8）μm ×（3.0～6.0）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 TSA 培养基上 37℃生长 16 h 的菌落圆形、象牙色、光滑、不透明。**★生理特性：**生长温度为 25～45℃（最适 37℃）。pH 为 6～9，最适 pH 7.5。不耐受 3%（w/v）NaCl。**★生化特性：**下列反应为阳性：过氧化氢酶、β-半乳糖苷酶、精氨酸脱羧酶（弱）、苯丙氨酸脱氨酶（弱）、V-P 反应、甲基红试验、七叶苷水解。下列反应为阴性：氧化酶、脲酶、硝酸还原、产 H_2S 和吲哚。不能水解淀粉、酪蛋白、明胶和吐温 80。能利用下列化合物产酸：D-木糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、D-甘露醇、苦杏仁苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、D-乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖、淀粉、糖原、苦杏仁糖和 D-已酮糖。不能利用下列化合物产酸：甘油、赤藓糖醇、D-核糖、L-木糖、D-核糖醇、D-果糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、肌醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、熊果苷、D-

木糖、D-阿糖醇或 2-酮基葡萄糖酸钾。能利用糊精、糖原、纤维二糖、D-半乳糖醛酸、α-D-葡萄糖、α-D-乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、甲基-β-D-葡萄糖苷、棉籽糖、水杨苷、水苏糖、蔗糖、L-苹果酸、琥珀酰胺酸、α-D-葡萄糖-1-磷酸、D-葡萄糖-6-磷酸、D-核糖、D-木糖、丙酮酸甲酯、琥珀酸单甲酯和丙酮酸，但不能利用吐温 40、吐温 80、熊果苷、D-山梨醇和酮戊二酸。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.7 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 SA-7-6^T 与 *P. glycanilyticus* JCM 11221^T 和 *P. daejeonensis* KCTC 3745^T 的同源性均为 96.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gcaagtcgag  cggacttgaa  gaggagcttg  ctcctctgat  agttagcggc  ggacgggtga
61    gtaacacgta  ggcaacctgc  ctgtaagact  gggataacat  ccggaaacgg  atgctaatac
121   cggatacgcg  gttcccccgc  atgagggaac  cgggaaagac  ggcgtaagct  gtcacttgca
181   gatgggcctg  cggcgcatta  gctagttggt  ggggtaacgg  cctaccaagg  cgacgatgcg
241   tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg
301   ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgaaagtc  tgacggagca  acgccgcgtg
361   agtgaggaag  gccttcgggt  cgtaaagctc  tgttgccagg  gaagaacggg  tggaggagta
421   actgcctccg  ccatgacggt  acctgagaag  aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc
481   gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc
541   ggctttgtaa  gtcttgtgtt  taaactcggg  gctcaacctc  gagtcgcatg  ggaaactgca
601   gggcttgagt  gcagaagagg  aaagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat
661   gtggaggaac  accagtggcg  aaggcgactt  tctgggctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa
721   agcgtgggga  gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgaatgct
781   aggtgttagg  ggtttcgata  cccttggtgc  cgaagttaac  acattaagca  ttccgcctgg
841   ggagtacggt  cgcaagactg  aaactcaaag  gaattgacgg  ggacccgcac  aagcagtgga
901   gtatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tccctctgac
961   cggtccagag  ataggccttt  ccttcgggac  agaggagaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc
1021  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt
1081  gccagcaytt  cgggtgggca  ctctaagatg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg
1141  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtacta  caatggccga
1201  tacaacgggt  cgcgaagccg  cgaggtggag  ccaatcctat  caaagtcggt  ctcagttcgg
1261  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagt  cggaattgct  agtaatcgcg  gatcagcatg
1321  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggtcttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg  agagtttaca
1381  acacccgaag  ccggtggggt  aaccgcaagg  agccagccgt  cgaaggtggg  gtagatgatt
1441  ggggtgaagt  cgtaac
```

661. *Paenibacillus telluris*（土类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-149。*Paenibacillus telluris* Lee et al.，2012，sp. nov.（土类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PS38 = CGMCC 1.10695 = KCTC 13946。**★16S rRNA 基因序列号：**HQ257247。**★种名释意：***telluris* 为土地之意，故其中文名称为土类芽胞杆菌（L. gen. n. *telluris*，of the earth，ground）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PS38^T 分离自韩国大田的土壤，具有解磷活性。**★形**

态特征：细胞革兰氏阳性，好氧或兼性厌氧，杆状［（0.7～1.0）μm×（4.0～5.0）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，端生。在 TSA 培养基上的菌落圆形，稍不规则的边缘，低凸，浅黄色，半透明，有光泽，直径为 1～1.5 mm。**★生理特性：**生长温度为 10～40℃，最适为 37℃。pH 为 6.0～9.0，最适 pH 7.0。NaCl 浓度为 0～5%（w/v），最适为 3%。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶为阳性。不产 H_2S 和吲哚，V-P 和 ONPG 反应为阴性。硝酸盐被还原为亚硝酸盐。水解七叶苷、明胶和尿素。可利用葡萄糖、阿拉伯糖、甘露糖、甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、麦芽糖和葡萄糖酸；不能利用苹果酸和柠檬酸。可利用下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、D-木糖、D-半乳糖、葡萄糖、果糖、D-甘露糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁糖、熊果苷、七叶苷、水杨苷、D-纤维二糖、D-麦芽糖、D-乳糖、D-蜜二糖、D-蔗糖、D-岩藻糖、D-松三糖、D-棉籽糖、淀粉、糖原、苦杏仁糖和 D-松二糖。不能利用下列化合物产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-D-吡喃木糖苷、菊糖、木糖醇、D-木糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸、2-酮基-D-葡萄糖酸盐、5-酮基-D-葡萄糖酸盐。下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶。下列酶活性为阴性：脂肪酶、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、β-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶，N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 49.5 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 $PS38^T$ 与 *P. chibensis* JCM 9905^T、*P. barengoltzii* SAFN-016^T、*P. timonensis* 2301032^T 和 *P. motobuensis* $MC10^T$ 的同源性分别为 96.3%、96.0%、95.9% 和 95.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      atgagtttgn  acatggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61     cggactcaac  agtttccttc  gggaaactgt  taggttagcg  gcggacgggt  gagtaacacg
121    taggtaacct  gcctgtaaga  ctgggataac  taccggaaac  ggtagctaat  accggatacg
181    caagatcctc  gcatgaggga  cttgggaaag  acggagcaat  ctgtcactta  tggatgggcc
241    tgcggcgcat  tagctagttg  gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac
301    ctgagagggt  gaacggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag
361    cagtagggaa  tcttccgcaa  tggacgaaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgatga
421    aggttttcgg  atcgtaaagc  tctgttgcca  gggaagaacg  tccggtagag  tcactgctac
481    cggagtgacg  gtacctgaga  agaaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat
541    acgtaggggg  caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggctattt
601    aagtctggtg  tttaatcccg  gagctcaact  tcgggtcgca  ctggaaactg  ggtagcttga
661    gtgcagaaga  ggagagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga
721    acaccagtgg  cgaaggcgac  tctctgggct  gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg
781    gagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa  acgatgaatg  ctaggtgtta
841    ggggtttcga  taccсttggt  gccgaagtta  acacattaag  cattccgcct  ggggagtacg
901    gtcgcaagac  tgaaactcaa  aggaattgac  ggggacccgc  acaagcagtg  gagtatgtgg
961    tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caagtcttga  catccctctg  aatcctctag
1021   agatagaggc  ggccttcggg  acagaggtga  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg
1081   tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc  ttgattttag  ttgccagcat
1141   ttcggatggg  cactctagaa  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggcg  gggatgacgt
```

1201	caaatcatca	tgccccttat	gacttgggct	acacacgtac	tacaatggcc	ggtacaacgg
1261	gaagcgaagt	cgcgagatgg	agcgaatcct	agaaaagccg	gtctcagttc	ggattgcagg
1321	ctgcaactcg	cctgcatgaa	gtcggaattg	ctagtaatcg	cggatcagca	tgccgcggtg
1381	aatacgttcc	cgggtcttgt	acacaccgcc	cgtcacacca	cgagagttta	caacacccga
1441	agtcggtgag	gtaaccgcaa	ggagccagcc	gccgaaggtg	gggt	

662. *Paenibacillus terrae*（大地类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-150。*Paenibacillus terrae* Yoon et al.，2003，sp. nov.（大地类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**AM141 = JCM 11466 = KCCM 41557。**★16S rRNA 基因序列号：**AF391124。**★种名释意：***terrae* 为大地之意，故其中文名称为大地类芽胞杆菌（ter′rae. L. gen. n. *terrae*，of the earth）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 AM141^T 分离自韩国大田的土壤样品，产生物絮凝剂。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，兼性厌氧，杆状［（1.3～1.8）μm ×（4.0～7.0）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 TSA 培养基上的菌落形态浅黄色、不规则、扁平、透明。**★生理特性：**生长温度为 10～40℃，最适为 30℃。pH 为 6.5～8.0，最适 pH 7.2～7.4。NaCl 浓度为 0～3%（w/v），最适为 0～2%。在 4℃或 41℃及 pH 4 时不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性。氧化酶和脲酶为阴性。水解七叶苷、酪蛋白、明胶和淀粉；吐温 80 水解能力弱；不能水解次黄嘌呤、酪氨酸和黄嘌呤。能还原硝酸盐成亚硝酸盐。可利用 D-纤维二糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、D-鼠李糖、L-鼠李糖、水苏糖、蔗糖、D-岩藻糖、肌醇、D-甘露醇和葡萄糖酸钠、琥珀酸二钠和柠檬酸三钠是唯一碳源，不能利用 L-阿拉伯糖、D-果糖、D-松三糖、D-核糖、D-木糖、核糖醇、D-山梨醇、乙酸钠和苯甲酸钠。可利用下列化合物产酸：甘油、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、肌醇、甘露醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、鼠李糖、淀粉、糖原、苦杏仁糖和 D-松二糖。利用下列化合物产酸能力弱：甲基-β-D-木糖苷和 5-酮基-D-葡萄糖酸。不能利用下列化合物产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、核糖醇、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、山梨醇、松三糖、木糖醇、D-木糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸或 2-酮基-D-葡萄糖酸。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 47 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 AM49^T 和 AM141^T 与 *P. jamilae*、*P. polymyxa*、*P. azotofixans* 和 *P. peoriae* 聚类在同一个分支，菌株 AM49^T 和 AM141^T 之间的同源性为 97.6%，而与其他 *Paenibacillus* 种类的同源性为 90.3%～98.7%。而且，DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 AM49^T 和 AM141^T 是 *Paenibacillus* 的两个新种，分别命名为 *Paenibacillus kribbensis*（AM49^T）和 *Paenibacillus terrae*（AM141^T）。16S rRNA 基因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc	ggggttatgt	tagaagcttg
61	cttctaacat	aacctagcgg	cggacgggtg	agtaacacgt	aggcaacctg	cccatgagac
121	tgggataact	accggaaacg	gtagctaata	ccggatacat	cctttccctg	catggggaga
181	ggaggaaaga	cggagcaatc	tgtcactgat	ggatgggcct	gcggcgcatt	agctagttgg

```
241   tggggtcaag  gcctaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca
301   ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat
361   gggcgaaagc  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaagct
421   ctgttgccag  ggaagaacgt  cttgtagagt  aactgctaca  agagtgacgg  tacctgagaa
481   gaaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc  aagcgttgtc
541   cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggctcttta  agtctggtgt  ttaatcccga
601   ggctcaactt  cgggtcgcac  tggaaactgg  ggagcttgag  tgcagaagag  gagagtggaa
661   ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagata  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact
721   ctctgggctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc
781   ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgaatgc  taggtgttag  gggtttcgat  acccttggtg
841   ccgaagttaa  cacattaagc  attccgcctg  gggagtacgg  tcgcaagact  gaaactcaaa
901   ggaattgacg  gggacccgca  caagcagtgg  agtatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa
961   gaaccttacc  aggtcttgac  atccccctga  ccggtctaga  gatagacctt  tccttcggga
1021  caggggagac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt
1081  cccgcaacga  gcgcaaccct  tatgcttagt  tgccagcagg  tcaagctggg  cactctaagc
1141  agactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat
1201  gacctgggct  acacacgtac  tacaatggcc  ggtacaacgg  gaagcgaaag  agcgatctgg
1261  agcgaatcct  agaaaagccg  gtctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg  cctgcatgaa
1321  gtcggaattg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc  cgggtcttgt
1381  acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttta  caacacccga  agtcggtggg  gtaacccgca
1441  agggagccag  ccgccgaagg  tggggtagat  gattggggtg  aagtcgtaac  aaggtagccg
1501  tatcggaagg  tgc
```

663. *Paenibacillus terrigena*（土地类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-151。*Paenibacillus terrigena* Xie and Yokota，2007，sp. nov.（土地类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**A35 = CCTCC AB206026 = IAM 15291 = JCM 21741。**★16S rRNA 基因序列号：**AB248087。**★种名释意：***terrigena* 为土地之意，故其中文名称为土地类芽胞杆菌［L. n. *terrigena*（nominative in apposition），born of，or from，the earth，earth-born］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $A35^T$ 分离自日本千叶的沿海土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状，可运动。芽胞卵圆形，端生，胞囊膨大。在 LB 和胰酶大豆琼脂上的菌落浅黄色、不规则、光滑。**★生理特性：**生长温度为 4～32℃，pH 为 4～10，耐受盐浓度为 3.5%（w/v）NaCl。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶、β-半乳糖苷酶、硝酸盐还原、七叶苷水解、V-P 试验为阳性。由下列物质产酸：葡萄糖、蔗糖、蜜二糖、苦杏仁糖。可利用葡萄糖、甘油、核糖、D-木糖、苦杏仁苷、熊果苷、甲基-β-D-木糖苷、半乳糖、甲基-α-D-甘露糖、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、鼠李糖、淀粉、苦杏仁糖、葡萄糖酸钙和 D-松二糖。N-乙酰葡萄糖胺和麦芽糖的利用能力较弱。不能利用赤藓糖醇、阿拉伯糖、L-木糖、核糖醇、果糖、甘露糖、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、海藻糖、菊糖、松三糖、糖原、木糖醇、D-木糖、己酮糖、海藻糖、阿糖醇、癸酸盐、己二酸盐、苹果酸盐、柠檬酸盐、苯乙酸和 2-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（56.4%～

57.1%)、iso-$C_{16:0}$(13.0%)、anteiso-$C_{17:0}$(7.9%～8.1%)、iso-$C_{15:0}$(5.7%～5.8%)、$C_{16:0}$(4.0%～4.4%)、$C_{15:0}$(3.8%～4.1%)、iso-$C_{14:0}$(2.6%)、iso-$C_{17:0}$(1.9%～2.1%)和 $C_{14:0}$(0.8%)。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 48.1 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 A35^T 与 *Paenibacillus* 种类的同源性小于 94%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61      ggatttcgtt  ggaagcttgc  tttcaacggg  gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag
121     gcaacctgcc  ttcaaggctg  ggataacatt  cggaaacgga  tgctaatacc  ggatacacca
181     ttatgctgca  tggcggaatg  gggaaaggcg  gagcaatctg  ccacttggag  acgggcctgc
241     ggcgcattag  ctagttggtg  gggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg
301     agagggtgat  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag
361     tagggaatct  tccgcaatgg  acgaaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg
421     ttttcggatc  gtaaagctct  gttgccaggg  aagaacgagt  gggagagtaa  ctgctcctgc
481     tatgacggta  cctgagaaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
541     tagggggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gcttggaaag
601     tcgggtgttt  aagctcgggg  ctcaaccccg  atacgcaccc  gaaactgcca  ggcttgagtg
661     cagaagagga  aagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca
721     ccagtggcga  aggcgacttt  ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag
781     caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgaatgcta  ggtgttaggg
841     gtttcgatac  ccttggtgcc  gaagttaaca  cattaagcat  tccgcctggg  gagtacgctc
901     gcaagagtga  aactcaaagg  aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt
961     aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  ccctctgacc  ggtctagaga
1021    taggcctttc  cttcgggaca  gaggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1081    tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  gatttagttg  ccagcacttc
1141    gggtgggcac  tctagatcga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggcgggg  atgacgtcaa
1201    atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtactac  aatggccggt  acaacgggca
1261    gcgaaaccgc  gaggtggagc  gaatcctaga  aaagccggtc  tcagttcgga  ttgcaggctg
1321    caactcgcct  gcatgaagtc  ggaattgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat
1381    acgttcccgg  gtcttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttacaa  cacccgaagt
1441    cggtggggta  acccgcaagg  gagccagccg  ccgaaggtgg  ggtagatgat  tggggtgaag
1501    tcgtaacaag  gtagccgtat  cggaaggtgc  ggctggatca  cc
```

664. *Paenibacillus tezpurensis*(提兹普尔类芽胞杆菌)

【**种类编号**】3-57-152。*Paenibacillus tezpurensis* Rai et al.，2010，sp. nov.(提兹普尔类芽胞杆菌)。★**模式菌株**：AS-S24-II = MTCC 8959。★**16S rRNA 基因序列号**：FJ804507。★**种名释意**：*tezpurensis* 意为模式菌株分离自印度提兹普尔，故其中文名称为提兹普尔类芽胞杆菌(-)。

【**种类描述**】★**菌株来源**：菌株 AS-S24-II^T 分离自印度提兹普尔的土壤。★**形态特征**：细胞革兰氏阳性，可运动，形成圆形或卵圆形芽胞。★**生理特性**：生长温度为 30～60℃，最适为 45～50℃。pH 为 6.5～10.0，最适 pH 7.5，在 pH 5.6 时不能生长。可耐受的 NaCl 浓度达 7%(w/v)。可耐受 0.001%溶菌酶。★**生化特性**：过氧化氢酶和 V-P 反应为阳性。

能还原硝酸盐。由D-葡萄糖、乳糖、蔗糖和甘油产酸，但不能由甘露醇产酸。发酵葡萄糖不产气。能水解酪蛋白和淀粉，不能水解明胶、脂肪和尿素。不能利用柠檬酸。产吲哚和 H_2S。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7、主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（46.54%）、anteiso-$C_{17:0}$（16.7%）、$C_{16:0}$（14.3%）、iso-$C_{16:0}$（8.47%）、iso-$C_{15:0}$（6.89%）、iso-$C_{17:0}$（4.5%）和 $C_{14:0}$（2.1%）。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 52.7 mol%。基于 16S rRNA 序列的系统发育分析结果表明，菌株 AS-S24-II^T 与 *Paenibacillus* 的种类同源性为 93.0%～99.0%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     atggagtgct  tgcactcctg  atgcttagcg  gcggacgggt  gagtaatacg  taggtaacct
61    gcccttaaga  ccgggataac  tcacggaaac  gtgggctaat  accggatagg  cgatttcctc
121   gcatgaggga  atcgggaaag  gcggagcaat  ctgccgctta  tggatggacc  tacggcgcat
181   tagctagttg  gtgaggtaac  ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt
241   gatcggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa
301   tcttccgcaa  tggacgcaag  tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgatga  aggttttcgg
361   atcgtaaagc  tctgttgcca  gggaagaacg  ctatggagag  taactgttcc  ataggtgacg
421   gtacctgaga  agaaagcccc  ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg
481   caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggtcatgt  aagtctggtg
541   tttaaacccg  gggctcaact  ccgggtcgca  tcggaaactg  tgtgacttga  gtgcagaaga
601   ggaaagtgga  attccacgtg  tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg
661   cgaaggcgac  tttctgggct  gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagc
```

665. *Paenibacillus thailandensis*（泰国类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-153。*Paenibacillus thailandensis* Khianngam et al.，2009，sp. nov.（泰国类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**S3-4A = KCTC 13043 = PCU 275 = TISTR 1827。**★16S rRNA 基因序列号：**AB265205。**★种名释意：***thailandensis* 意为模式菌株分离自泰国，故中文名称为泰国类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *thailandensis*，pertaining to Thailand，where the strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 S3-4A^T 分离自泰国的土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，杆状［（0.8～1.2）μm×（4～12）μm］，依靠周生鞭毛运动。芽胞中生或次端生，胞囊膨大。菌落边缘完整，呈黄白色，凸起，直径为 1～3 mm。**★生理特性：**兼性厌氧。生长温度为 20～55℃，最适为 37℃，但在 10～15℃时不生长。pH 为 7～9，最适 pH 为 7.5，但在 pH 5～6.5 时不生长。在 NaCl 浓度为 3%（w/v）时可生长，但在 NaCl 为 5% 时不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶和 V-P 反应为阳性，甲基红试验、产吲哚和 H_2S、柠檬酸盐利用均为阴性。能水解淀粉、七叶苷、吐温 80 和 DNA，不能水解精氨酸、酪蛋白、酪氨酸、尿素。能还原硝酸盐为亚硝酸盐。能利用下列碳源产酸：金盏花、七叶苷、苦杏仁苷、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、熊果苷、纤维二糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、果糖、D-岩藻糖、半乳糖、葡萄糖酸、苦杏仁糖、5-酮基葡萄糖酸、葡萄糖、N-乙酰葡萄糖胺、甲基-葡萄糖苷、甘油、肌醇、菊糖、D-乳糖、D-木糖、麦芽糖、甘露醇、甘露糖、甲基-α-D-甘露糖苷、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、鼠李糖、核糖、水杨苷、山梨醇、山梨糖、淀粉、海藻糖、松二糖、木糖醇、D-木糖、L-木糖和甲基-β-木糖苷。利用下列碳源不产酸：2-酮基葡萄糖酸和蔗糖。**★化学特性：**主

要呼吸醌为 MK-7、主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 52.7 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 S3-4A^T 和 MX2-3^T 属于 *Paenibacillus*，与亲缘关系最近的 *Paenibacillus agaridevorans* DSM 1355^T 的同源性分别为 97%和 97.3%。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 S3-4A^T 和 MX2-3^T 与 *P. agaridevorans* DSM 1355^T 的关联度较低，为 6.0%～30.3%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggagttgatg
61    gaggtgcttg  cacttctgan  ggttagcggc  ggacgggtga  gtaacacgta  ggtaacctgc
121   ccataagacc  gggataacat  tcggaaacgg  atgctaatac  cggatacgca  attctctcgc
181   atgaggggat  tgggaaaggc  ggagcaatct  gtcacttatg  gatggacctg  cggcgcatta
241   gctagttggt  gaggtaacgg  ctcaccaagg  cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga
301   tcggccacac  tgggactgag  acacggccca  gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc
361   ttccgcaatg  ggcgaaagcc  tgacggagca  acgccgcgtg  agtgatgaag  gttttcggat
421   cgtaaagctc  tgttgccagg  gaagaacgct  tgggagagta  actgctctca  aggtgacggt
481   acctgagaag  aaagccccgg  ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca
541   agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggttcattaa  gtctggtgtt
601   taaggctggg  gctcaacccc  ggttcgcact  ggaaactggt  ggacttgagt  gcagaagagg
661   aaagtggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac  accagtggcg
721   aaggcgactt  tctgggctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcaaacagga
781   ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgattgct  aggtgttagg  ggtttcgata
841   cccttggtgc  cgaagttaac  acattaagca  ttccgcctgg  ggagtacggt  cgcaagactg
901   aaactcaaag  gaattgacgg  ggacccgcac  aagcagtgga  gtatgtggtt  taattcgaag
961   caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tccccctgac  cggtctagag  ataggccttt
1021  ccttcgggac  aggggagaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt
1081  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcactt  tgggtgggca
1141  ctctaggatg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg
1201  ccccttatga  cctgggctac  acacgtacta  caatggccgg  tacaacggga  agcgaaggag
1261  cgatccggag  ccaatcctat  aaagccggtc  tcagttcgga  ttgcaggctg  caactcgcct
1321  gcatgaagtc  ggaattgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg
1381  gtcttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttacaa  cacccgaagc  cggtggggta
1441  accgcaagga  gccagccgtc  gaaggtgggg  tagatgattg  gggtg
```

666. *Paenibacillus thermoaerophilus*（好氧嗜热类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-153。*Paenibacillus thermoaerophilus* Ueda et al.，2013，sp. nov.（好氧嗜热类芽胞杆菌）。★**模式菌株：**TC22-2b = DSM 26310 = JCM 18657。★**16S rRNA 基因序列号：**AB738878。★**种名释意：***thermoaerophilus* 中 *thermo* 为热之意，*aer* 为空气之意，*philos* 为喜好之意，故其中文名称为好氧嗜热类芽胞杆菌（Gr. adj. *thermos*，hot；Gr. masc. n. *aer*，air；Gr. adj. *philos*，loving；N.L. masc. adj. *thermoaerophilus*，loving heat and air）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 TC22-2b^T 分离自日本栃木市堆肥。★**形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格好氧，杆状［（0.6～0.8）μm ×（2.4～5.6）μm］，可运动。芽胞椭圆

形，端生或次端生，胞囊膨大。在 MBS-GY 培养基上 50℃生长 20 h 的菌落直径 1～2 mm，白色，不透明圆形，光滑，扁平，有光泽。**★生理特性：**生长温度为 25～58℃，最适为 50～55℃。pH 为 6～9，最适 pH 7～8。耐受 3.5%（w/v）NaCl，但不耐受 4.0%（w/v）NaCl。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。V-P 反应为弱阳性。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。能水解淀粉，但不能水解七叶苷、酪蛋白、明胶和吐温 80。能利用 D-葡萄糖、D-甘露糖、D-甘露醇和 N-乙酰-葡萄糖胺。产生吲哚和 H_2S、精氨酸双水解酶、甲基红反应和脲酶为阴性。不能利用 L-阿拉伯糖、葡萄糖酸、己酸酯、己二酸、苹果酸、柠檬酸、乙酸苯酯。由下列物质产酸：D-甘露醇、纤维二糖、苦杏仁糖、D-麦芽糖、D-蜜二糖、D-蔗糖、D-岩藻糖、D-棉籽糖、淀粉、糖原、苦杏仁糖和 D-松二糖。**★化学特性：**主要脂肪酸为 $C_{16:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 59.1 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 TC22-2b^T 与 *P. elgii* 的同源性为 93.4%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      tggctcagga  cgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcgg  actgtgcctt
61     cgggtacagt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtaggc  aacctgcccg  caagaccggg
121    ataactaacg  gaaacgttag  ctaataccgg  ataggcggcc  ttctcgcatg  agggggccgg
181    gaaagacgga  gcaatctgtc  acttgcggat  gggcctgcgg  cgcattagct  agttggtggg
241    gtaacggctc  accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg
301    gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  ggcaatggac
361    gaaagtctga  ccgagcaacg  ccgcgtgagt  gaggaaggcc  ttcgggtcgt  aaagctctgt
421    tgccagggac  gaacggcgat  gtgttaactg  cacatcgtgt  gacggtacct  gagaagaaag
481    ccccggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag  ggggcaagcg  ttgtccggaa
541    ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggcg  gtttaagtct  ggagtttaag  cccggggctc
601    aaccccggat  cgctctggaa  actggatcgc  ttgagtgcag  gagagagaag  cggaattcca
661    cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cggcttcttg
721    gcctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag  ataccctggt
781    agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaggt  gtcgggggtt  tcgatgccct  cggtgccgaa
841    gttaacacag  taagcactcc  gcctggggag  tacgctcgca  agagtgaaac  tcaaaggaat
901    tgacggggac  ccgcacaagc  agtggagtat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc
961    ttaccaggtc  ttgacatccc  tctgaccggt  gcagagatgc  gccttccctt  cggggcagag
1021   gagacaggtg  gtgcatggtt  gtcgtcagct  cgtgtcgtga  gatgttgggt  taagtcccgc
1081   aacgagcgca  acccttgatc  ttagttgcca  gcattgagtt  gggcactcta  aggtgactgc
1141   cggtgacaaa  ccggaggaag  gtggggatga  cgtcaaatca  tcatgcccct  tatgacctgg
1201   gctacacacg  tactacaatg  gtcggtacaa  agggcagcga  agccgcgagg  cggagccaat
1261   cccaaaaagc  cgatctcagt  tcggattgca  ggctgcaact  cgcctgcatg  aagtcggaat
1321   tgctagtaat  cgcggatcag  catgccgcgg  tgaatacgtt  cccgggtctt  gtacacaccg
1381   cccgtcacac  cacgagagtt  tacaacaccc  gaagtcggtg  aggtaaccgc  aaggagccag
1441   ccgccgaagg  tggggtagat  gattggggtg  aagt
```

667. *Paenibacillus thermophilus*（嗜热类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-155。*Paenibacillus thermophilus* Zhou et al.，2013，sp. nov.（嗜热

类芽胞杆菌）。★**模式菌株**：WP-1 = CCTCC AB 2011115 = DSM 24746 = JCM 17693。★**16S rRNA 基因序列号**：JQ824133。★**种名释意**：*thermophilus* 中 *thermê* 为热之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜热类芽胞杆菌［Gr. n. *thermê*，heat；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *thermophilus*，heat-loving，referring to its growth temperature］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 WP-1^T 分离自我国福建温泉沉积物。★**形态特征**：细胞革兰氏阳性，严格好氧，杆状［（0.6～0.8）μm×（2.5～3.5）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，端生或次端生，胞囊膨大。在 LB 或 TSA 培养基上 45℃生长 48 h 的菌落苍白-白色，透明不规则，光滑，扁平。★**生理特性**：生长温度为 37～60℃，最适为 42～45℃。pH 为 3～9，最适 pH 6.5～7.0。NaCl 浓度为 0～3%（w/v）NaCl，但不耐受 4.0%（w/v）NaCl。★**生化特性**：V-P 反应为阴性。不产吲哚和 H_2S。硝酸盐和亚硝酸盐均不能被还原。能水解酪蛋白和明胶，但不能水解柠檬酸和丙酸。β-半乳糖苷酶为阳性，但下列酶为阴性：过氧化氢酶、氧化酶、脲酶、精氨酸双水解酶、色氨酸脱氨酶、鸟氨酸脱羧酶和赖氨酸脱羧酶。由下列物质产酸：N-乙酰葡萄糖胺、七叶苷、苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、熊果苷、D-纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-苦杏仁糖、D-葡萄糖、甘油、糖原、菊糖、D-乳糖、D-甘露糖、D-甘露醇、D-麦芽糖、D-松三糖、D-蜜二糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾、水杨苷、D-蔗糖、D-棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、淀粉、D-岩藻糖、D-松二糖和 D-木糖。不能由下列物质产酸：D-核糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、DL-岩藻糖、肌醇、D-来苏糖、5-酮基葡萄糖酸钾、L-山梨糖、山梨醇、D-己酮糖、木糖醇或 L-木糖。★**化学特性**：主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$ 和 anteiso- $C_{17:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、两种糖脂、两种未知磷脂和两种未知极性脂。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。★**分子特性**：16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明菌株 WP-1^T 与 *Paenibacillus* 种类的同源性小于 97%。菌株 WP-1^T 与 *P. macerans* DSM 24^T 的 DNA-DNA 杂交关联度为（34.0±4.7%）。DNA 的 G+C 含量为 52.5 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     aaacgaatgg  cggcgtgcta  tacatgcaag  tcgagcggac  ctgatggagt  gcttgcactc
61    ctgatggtta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtaggcaa  cctgcccgta  agaccgggat
121   aactaccgga  aacggtagct  aataccggat  aatcaagtct  tccgcatggg  aggcttggga
181   aaggcggagc  aatctgtcac  ttacggatgg  gcctgcggcg  cattagctag  ttggtggggt
241   aacggctcac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgaacggc  cacactggga
301   ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg  caatggacga
361   aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  tgaaggtttt  cggatcgtaa  agctctgttg
421   ccagggaaga  acgtcttctg  gagtaactgc  caggagagtg  acggtacctg  agaagaaagc
481   cccggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  gggcaagcgt  tgtccggaat
541   tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggctg  tttaagtctg  gtgtataatc  ctggggctca
601   actccgggtc  gcactggaaa  ctggacggct  tgagtgcaga  agaggagagt  ggaattccac
661   gtgtagcggt  gaaatgcgta  gagatgtgga  ggaacaccag  tggcgaaggc  gactctctgg
721   gctgtaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcaaa  caggattaga  taccctggta
781   gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaggtg  ttaggggttt  cgataccctt  ggtgccgaag
```

```
841     taaacacatt   aagcactccg   cctggggagt   acggccgcaa   ggctgaaact   caaaggaatt
901     gacggggacc   cgcacaagca   gtggagtatg   tggtttaatt   cgaagcaacg   cgaagaacct
961     taccaggtct   tgacatccct   ctgaccgctg   tagagatatg   gctttccttc   gggacagagg
1021    agacaggtgg   tgcatggttg   tcgtcagctc   gtgtcgtgag   atgttgggtt   aagtcccgca
1081    acgagcgcaa   cccttgactt   tagttgccag   caagtgaagt   tgggcactct   agagtgactg
1141    ccggtgacaa   accggaggaa   ggtggggatg   acgtcaaatc   atcatgcccc   ttatgacctg
1201    ggctacacac   gtactacaat   ggccggtaca   acgggaagcg   aaggagcgat   ctggagcgaa
1261    tcctagaaaa   gccggtctca   gttcggattg   caggctgcaa   ctcgcctgca   tgaagtcgga
1321    attgctagta   atcgcggatc   agcatgccgc   ggtgaatacg   ttcccgggtc   ttgtacacac
1381    cgcccgtcac   accacgagag   tttacaacac   ccgaagtcgg   tgaggtaacc   gcaaggggcc
1441    agccgccgaa   ggtgggtaga   tatt
```

668. *Paenibacillus thiaminolyticus*（解硫胺素类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-156。*Paenibacillus thiaminolyticus* （Nakamura，1990）Shida et al.，1997，comb. nov.（解硫胺素类芽胞杆菌）= *Bacillus thiaminolyticus*（ex Kuno，1951）Nakamura，1990，sp. nov.，nom. rev.。**★模式菌株：**AHU 1393 = HSCC 148 = CCUG 28880 = CIP 104430 = DSM 7262 = IFO（now NBRC）15656 = JCM 8360 = LMG 17412 = NCTC 12999 = NRRL B-4156。**★16S rRNA 基因序列号：**AB073197。异名：*Bacillus thiaminolyticus* Kuno，1951，*Clostridium thiaminolyticum*（Kuno，1951）Kimura and Liao，1953。**★种名释意：***thiaminolyticus* 中 *thiaminun* 为硫胺素之意，*lyticus* 为降解之意，故其中文名称为解硫胺素类芽胞杆菌（N.L. n. *thiaminun*，thiamine；N.L. adj. *lyticus -a -um*（from Gr. adj. *lutikos -ê-on*），able to loosen，able to dissolve；N.L. masc. adj. *thiaminolyticus*，decomposing thiamine）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 AHU 1393^T 从人类粪便和蜜蜂幼虫中分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状 [（0.5～1.0）μm ×（2.0～3.0）μm]，能动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。琼脂上形成的菌落直径为 1.0～2.0 mm，透明，光滑，圆形，边缘整齐。**★生理特性：**生长的 pH 为 5.6 或 5.7。大部分菌株在 NaCl 浓度为 5%时菌株能生长，在 7% NaCl 中不能生长。在 0.001%溶菌酶中生长不会受到抑制。最适生长温度为 28℃，最高生长温度为 45℃，最低生长温度为 20℃。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不产 H_2S 和乙酰甲基甲醇。产吲哚。V-P 培养基的 pH 为 4.9～5.5。硝酸盐被还原成亚硝酸盐。能水解淀粉和酪蛋白，不能水解尿素、吐温 80 和卵黄卵磷脂。不能利用精氨酸、赖氨酸、鸟氨酸和苯丙氨酸，能利用酪氨酸、乙酸盐、柠檬酸盐、富马酸盐、苹果酸盐和琥珀酸盐。利用下列化合物产酸不产气：纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、D-核糖、水杨苷、蔗糖和海藻糖；利用 L-阿拉伯糖、D-甘露糖和 D-山梨醇产酸可变；利用 L-鼠李糖和 D-木糖不产酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、$C_{16:0}$和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 52 mol%～54 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，6 个 *Bacillus* 种类与 *P. lautus* 的同源性均高于 97.1%，因此将它们重分类为 *Paenibacillus* 的成员。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       cgaacgctgg   cggcgtgcct   aatacatgca   agtcgagcgg   agcnacggtt   tccttcggga
61      aaccattagc   ttagcggcgg   acgggtgagt   aatacgtagg   taacctgccc   ttaagactgg
```

```
121   gataactcac  ggaaacgtgg  gctaataccg  gatagtcgat  ttcctcgcat  gagggaatcg
181   ggaaaggcgg  agcaatctgc  cacttatgga  tggacctacg  gcgcattagc  tagttggtgg
241   ggtaacggct  caccaaggcg  acgatgcgta  gccgacctga  gagggtgatc  ggccacactg
301   ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt  ccgcaatgga
361   cgcaagtctg  acggagcaac  gccgcgtgag  tgatgaaggt  tttcggatcg  taaagctctg
421   ttgccaggga  agaacgctat  ggagagtaac  tgttccatag  gtgacggtac  ctgagaagaa
481   agccccggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  agggggcaag  cgttgtccgg
541   aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  tcatgtaagt  ctggtgttta  aacccggggc
601   tcaactccgg  gtcgcatcgg  aaactgtgtg  acttgagtgc  agaagaggaa  agtggaattc
661   cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactttc
721   tgggctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg
781   gtagtccacg  ccgtaaacga  tgaatgctag  gtgttagggg  tttcgatacc  cttggtgccg
841   aagttaacac  attaagcatt  ccgcctgggg  agtacggtcg  caagactgaa  actcaaagga
901   attgacgggg  acccgcacaa  gcagtggagt  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa
961   ccttaccagg  tcttgacatc  cctctgaccg  tcctagagat  agggcttccc  ttcggggcag
1021  aggtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081  gcaacgagcg  caacccttaa  ctttagttgc  cagcattnag  ttgggcactc  tagagtgact
1141  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct
1201  gggctacaca  cgtactacaa  tggctggtac  aacgggaagc  gaagccgcga  ggtggagcga
1261  atcctaaaaa  gccagtctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca  tgaagtcgga
1321  attgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggtc  ttgtacacac
1381  cgcccgtcac  accacgagag  tttacaacac  ccgaagtcgg  tggggtaacc  gcaaggagcc
1441  agccgccgaa  ggtggggtag  atgattgggg  tgaagtcgta  acaaggtagc  cgtatcggaa
1501  gg
```

669. *Paenibacillus tianmuensis*（天目类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-157。*Paenibacillus tianmuensis* Wu et al.，2011，sp. nov.（天目类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**B27 = CGMCC 1.8946 = DSM 22342。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ719490。**★种名释意：***tianmuensis* 意为模式菌株分离自我国浙江天目山，故其中文名称为天目类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *tianmuensis*，of or pertaining to Tianmu Mountain National Natural Reserve in Zhejiang Province，China，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $B27^T$ 分离自浙江省天目山国家自然保护区的土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，严格好氧，无鞭毛，芽胞端生或次端生。在琼脂培养基30℃培养 48 h 的菌落直径为 1～2 mm，圆形，平整光滑，透明，浅黄色。**★生理特性：**生长温度为 20～37℃、最适为 30℃。生长 pH 为 6～8，最适 pH 7。生长盐浓度为 0～2%（w/v）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，产吲哚、V-P 反应、甲基红试验、柠檬酸盐利用为阴性。能水解 β-乳糖，能还原硝酸盐为亚硝酸盐。不能水解尿素，不产 H_2S，对七叶苷、酪蛋白、明胶、DNA 和淀粉的水解能力弱。能利用下列碳源产酸：核糖、半乳糖、葡萄糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、七叶苷、木糖醇和松二糖。利用下列碳源产酸活性弱：甘油、糖、淀粉和糊精。利用下列碳源不产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-木糖苷、

D-果糖、D-甘露糖、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、甲基-β-D-木糖苷、苦杏仁糖、熊果苷、水杨苷、乳糖、蜜二糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、糖原、D-木糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 55.4 mol%～55.5 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 $B27^T$ 属于 *Paenibacillus*，与亲缘关系最近的 *Paenibacillus ehimensis* IFO 15659^T、*Paenibacillus elgii* $SD17^T$ 和 *Paenibacillus koreensis* $YC300^T$ 的同源性均≥95.2%。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 $B27^T$ 与 *P. ehimensis* DSM 11029^T、*P. elgii* NBRC 100335^T 和 *P. koreensis* KCTC 2393^T 的关联度分别为 21.2%、28.6%和 16.8%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    gggttttacc  ttcgggtaaa  gctagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag  gtaacctgcc
121   tgtaagactg  ggataaccac  cggaaacggt  agctaagacc  ggataagtgg  ccttctcgca
181   tgaggagatc  aagaaacacg  gggcaacctg  tggcttacag  atgggcctgc  ggcgcattag
241   ctagttggtg  gggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat
301   cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct
361   tccgcaatgg  acgcaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgatgaagg  ttttcggatc
421   gtaaagctct  gttgccaggg  aagaatgtcg  tggagagtaa  ctgctctgcg  aatgacggta
481   cctgagaaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  tagggggcaa
541   gcgttgtccg  gagttattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gccgtttaag  tctggtgttt
601   aagcccgggg  ctcaaccccg  gttcgcactg  gaaactgggc  ggcttgagtg  caggagagga
661   aagcggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagatatg  tggaggaaca  ccagtggcga
721   aggcggcttt  ctggcctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat
781   tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  ggtgttaggg  gtttcgatac
841   ccttggtgcc  gaagtaaaca  caataagcac  tccgcctggg  gagtacgctc  gcaagagtga
901   aactcaaagg  aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt  aattcgaagc
961   aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  ccctctgaat  atcctagaga  taggataggc
1021  cttcgggaca  gaggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg
1081  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  aacttagttg  ccagcattaa  gttgggcact
1141  ctaagttgac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc
1201  ccttatgacc  tgggctacac  acgtactaca  atggccggta  caacgggaag  caaagtcgcg
1261  agatggagcc  aatcctaaga  aagccggtct  cagttcggat  tgcaggctgc  aactcgcctg
1321  catgaagtcg  gaattgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg
1381  tcttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agtttacaac  acccgaagtc  ggtggggtaa
1441  ccttggtgca  aacttgtttg  caccgtggag  ccagccgccg  aaggtggggt  agatgattgg
1501  ggtgaagtcg  taacaaggta  gccgtatcgg  aaggtgcggc  tggatcacct  cctt
```

670. *Paenibacillus timonensis*（提蒙类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-158。*Paenibacillus timonensis* Roux and Raoult，2004，sp. nov.（提蒙类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**2301032 = CCUG 48216 = CIP 108005。**★16S rRNA 基因序列号：**AY323612。**★种名释意：***timonensis* 意为模式菌株分离自法国马赛提蒙医院，

故其中文名称为提蒙类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *timonensis*，pertaining to the Hôpital de la Timone，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 2301032^T 分离自法国马赛市提蒙医院的血液培养物。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［0.5 μm ×（2.0～4.0）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在常规培养基中 30℃培养 24 h 形成半透明、米黄色的平坦菌落。**★生理特性：**最适生长温度为 30～37℃，但在 50℃时不抑制生长。在含 5%（w/v）NaCl 时可生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能还原硝酸盐为亚硝酸盐。不水解明胶。由下列物质产酸：L-阿拉伯糖、D-木糖、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦可仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、海藻糖、淀粉、糖原、龙胆二糖和葡萄糖酸。不能由下列物质产酸：甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、L-核糖、核糖醇、甘露醇、山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、蔗糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、木糖醇、D-松二糖、D-来苏糖、D-塔格糖、D-岩藻糖、L-岩藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、2-酮基葡萄糖酸和 5-酮基葡萄糖酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 2301032^T 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus* 已知种类的同源性为 87.5%～96.0%，与 *P. macerans* 的亲缘关系最近。16S rRNA 基因序列如下。

1 gacgaacgct ggcggcgtac ctaatacatg caagtcgagc ggagttaatc gggagcttgc
61 tcctgattag cttagcggcg gacgggtgag taacacgtag gcaacctgcc cgtaagactg
121 ggataactac cggaaacggt agctaatacc ggatacgcaa attcctcgca tgggggattt
181 gggaaaggcg gagcaatctg tcacttacgg atgggcctgc ggcgcattag ctagttggtg
241 aggtaacggc tcaccaaggc gacgatgcgt agccgacctg agagggtgaa cggccacact
301 gggactgaga cacggcccag actcctacgg gaggcagcag tagggaatct tccgcaatgg
361 acgaaagtct gacggagcaa cgccgcgtga gtgatgaagg ttttcggatc gtaaagctct
421 gttgccaggg aagaacgtcc tctagagtaa ctgctagggg agtgacggta cctgagaaga
481 aagccccggc taactacgtg ccagcagccg cggtaatacg tagggggcga gcgttgtccg
541 gaattattgg gcgtaaagcg cgcgcaggcg gctgtttaag tctggtgttt aatcctgggg
601 ctcaactccg ggtcgcactg gaaactgggc agcttgagtg cagaagagga gagtggaatt
661 ccacgtgtag cggtgaaatg cgtagagatg tggaggaaca ccagtggcga aggcgactct
721 ctgggctgta actgacgctg aggcgcgaaa gcgtggggag caaacaggat tagataccct
781 ggtagtccac gccgtaaacg atgaatgcta ggtgttaggg gtttcgatac ccttggtgcc
841 gaagttaaca cattaagcat tccgcctggg gagtacggcc gcaaggctga aactcaaagg
901 aattgacggg gacccgcaca agcagtggag tatgtggttt aattcgaagc aacgcgaaga
961 accttaccag gtcttgacat ccccctgacc ggtctagaga taggcctttc cttcgggaca
1021 ggggagacag gtggtgcatg gttgtcgtca gctcgtgtcg tgagatgttg ggttaagtcc
1081 cgcaacgagc gcaacccttg actttagttg ccagcaggta aggttgggca ctctagagtg
1141 actgccggtg acaaaccgga ggaaggtggg gatgacgtca aatcatcatg ccccttatgg
1201 cctgggctac acacgtacta caatggccgg tacaacggga agcgaagccg cgaggtggag
1261 cgaatcctag aaaagccggt ctcagttcgg attgcaggct gcaactcgcc tgcatgaagt
1321 cggaattgct agtaatcgcg gatcagcatg ccgcggtgaa tacgttcccg ggtcttgtac
1381 acaccgcccg tcacaccacg agagtttaca acacccgaag tcggtgaggt aacctgagct

1441 accccaaaaa gtgaagatta tgctgcgaag cgtattccga gtacttttcg gggaccccgg
1501 tttggagcca gccgccgaag gtggggtaga tgattggggt g

671. *Paenibacillus tundrae*（苔原类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-159。*Paenibacillus tundrae* Nelson et al.，2009，sp. nov.（苔原类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**A10b = DSM 21291 = NRRL B-51094。**★16S rRNA 基因序列号：**EU558284。**★种名释意：***tundrae* 为苔原之意，故其中文名称为苔原类芽胞杆菌（N.L. gen. fem. n. *tundrae*，of/from the tundra，a biome in northern North America and Eurasia）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 A10b^T 分离自美国阿拉斯加州的苔原生境。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，好氧或厌氧，杆状，以周生鞭毛运动。**★生理特性：**生长温度为13～37℃，最适为 27℃。pH 为 5.2～8.8，最适 pH 6.4。**★生化特性：**葡萄糖发酵的终产物为乙醇和乙酸。过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能还原硝酸盐为亚硝酸盐。能利用腺苷、α-环糊精、β-环糊精、糊精、苦杏仁糖、熊果苷、D-纤维素、D-果糖、D-半乳糖、α-D-葡萄糖、乳糖、果糖、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露糖、甘露醇、蜜二糖、甲基-α-D-乳糖、甲基-α-D-半乳糖、3-甲基-D-葡萄糖、甲基-β-D-葡萄糖苷、异麦芽酮糖、D-阿洛酮糖、棉籽糖、水苏糖、水杨苷、蔗糖、松二糖、海藻糖、甘油、丙酮酸、肌苷、D-核糖、乙酸、2，3-丁二醇、2′-脱氧腺苷、胸苷作为唯一碳源。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7，主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 50.3 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 A10b^T 和 B22a^T 属于 *Paenibacillus*，与亲缘关系最近的 *Paenibacillus amylolyticus* NRRL NRS-290^T 的同源性均高达 98.9%～99.1%。但是，DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 A10b^T 与 *P. amylolyticus* NRRL NRS-290^T（4.3%）、菌株 B22a^T 与 *P. amylolyticus* NRRL NRS-290^T（48.8%），以及菌株 A10b^T 和 B22a^T（11.0%）的关联度均很低。因此，菌株 A10b^T 和 B22a^T 代表 *Paenibacillus* 的两个新种，分别命名为 *Paenibacillus tundrae* sp. nov.（A10b^T）和 *Paenibacillus xylanexedens* sp. nov.（B22a^T）。16S rRNA 基因序列如下。

1 agagtttgat catggctcag gacgaacgct ggcggcatgc ctaatacatg caagtcgagc
61 ggacttgaag agaagcttgc ttctcggatg gttagcggcg gacgggtgag taacacgtag
121 gcaacctgcc ctcaagtttg ggacaactac cggaaacggt agctaatacc gaatagttgt
181 tttcttctcc tgaagagaac tggaaagacg gagcaatctg tcacttgggg atgggcctgc
241 ggcgcattag ctagttggtg gggtaacggc tcaccaaggc gacgatgcgt agccgacctg
301 agagggtgat cggccacact gggactgaga cacggcccag actcctacgg gaggcagcag
361 tagggaatct tccgcaatgg gcgaaagcct gacggagcaa tgccgcgtga gtgatgaagg
421 ttttcggatc gtaaagctct gttgccaggg aagaacgctt gggagagtaa ctgctctcaa
481 ggtgacggta cctgagaaga aagccccggc taactacgtg ccagcagccg cggtaatacg
541 tagggggcaa gcgttgtccg gaattattgg gcgtaaagcg cgcgcaggcg gtcatttaag
601 tctggtgttt aatcccgggg ctcaaccccg gatcgcactg gaaactgggt gacttgagtg
661 cagaagagga gagtggaatt ccacgtgtag cggtgaaatg cgtagatatg tggaggaaca
721 ccagtggcga aggcgactct ctgggctgta actgacgctg aggcgcgaaa gcgtggggag
781 caaacaggat tagataccct ggtagtccac gccgtaaacg atgagtgcta ggtgttaggg
841 gtttcgatac ccttggtgcc gaagttaaca cattaagcac tccgcctggg gagtacggtc

901　gcaagactga　aactcaaagg　aattgacggg　gacccgcaca　agcagtggag　tatgtggttt
961　aattcgaagc　aacgcgaaga　accttaccag　gtcttgacat　ccctctgatc　ggtacagaga
1021　tgtatctttc　cttcgggaca　gaggagacag　gtggtgcatg　gttgtcgtca　gctcgtgtcg
1081　tgagatgttg　ggttaagtcc　cgcaacgagc　gcaaccctta　tatttagttg　ccagcacttc
1141　gggtgggcac　tctagataga　ctgccggtga　caaaccggag　gaaggtgggg　atgacgtcaa
1201　atcatcatgc　cccttatgac　ctgggctaca　cacgtactac　aatggccggt　acaacgggct
1261　gcgaaatcgc　gagatggagc　caatcccaac　aaagccggtc　tcagttcgga　ttgcaggctg
1321　caactcgcct　gcatgaagtc　ggaattgcta　gtaatcgcgg　atcagcatgc　cgcggtgaat
1381　acgttcccgg　gtcttgtaca　caccgcccgt　cacaccacga　gagtttataa　cacccgaagt
1441　cggtggggta　accgcaagga　gccagccgcc　gaaggtggga　tagatgattg　gggtgaagtc
1501　gtaacaaggt　aacc

672. *Paenibacillus turicensis*（苏黎世类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-160。*Paenibacillus turicensis* Bosshard et al.，2002，sp. nov.（苏黎世类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**MOL722 = DSM 14349 = NCCB 100011。**★16S rRNA 基因序列号：**AF378694。**★种名释意：***turicensis* 意为 Turicum，是苏黎世的拉丁语词汇，故其中文名称为苏黎世类芽胞杆菌（L. masc. adj. *turicensis*，referring to Turicum，the Latin name of Zurich，where the organism was first isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 MOL722^T 分离自瑞士苏黎世 48 岁男性的脑脊髓液。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［（0.5～1.0）μm×（1.5～3.0）μm］。芽胞端生或次端生，胞囊膨大。在绵羊血琼脂培养基上无溶血活性，菌落呈现灰白色、表面凸起。**★生理特性：**生长温度为 15～48℃，最适为 37～42℃。pH 为 5.5～9.5，最适 pH 7。最适条件下的倍增时间为 45 min。在含 5% NaCl 和 0.1%溶菌酶时可以生长。能抗青霉素，但对万古霉素敏感。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶、脲酶、硝酸盐还原、产吲哚为阴性，β-半乳糖苷酶和 V-P 反应为阳性。能水解淀粉。可利用 L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、甲基-β-木糖苷、半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、D-棉籽糖、糖原、β-苦杏仁糖和 5-酮基葡萄糖酸（弱）。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（41%）、$C_{16:0}$（25%）、$C_{14:0}$（9%）和 iso-$C_{14:0}$（9%）。**★分子特性：**具有 6～8 个 16S rRNA 基因拷贝，菌株 MOL722^T 与 *Paenibacillus* sp. isolate P15-9 的 16S rRNA 基因序列同源性为 98.5%，与 *Paenibacillus* 其他种类的同源性为 93.7%～87.2%。16S rRNA 基因序列如下。

1　agagtttgat　catggctcag　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc
61　ggacttgatg　agaagcttgc　ttctctgaaa　gttagcggcg　gacgggtgag　taacacgtag
121　gcaacctgcc　tgtaagactg　ggataactac　cggaaacggt　agctaatacc　ggataggtga
181　ttttctcgca　tgagaaagtc　aagaaagacg　gagcaatctg　tcacttacgg　atgggcctgc
241　ggcgcattag　ctagttggtg　aggtaatggc　tcaccaaggc　gacgatgcgt　agccgacctg
301　agagggtgaa　cggccacact　gggactgaga　cacggcccag　actcctacgg　gaggcagcag
361　tagggaatct　tccgcaatgg　acgaaagtct　gacggagcaa　cgccgcgtga　gtgatgaagg
421　ttttcggatc　gtaaagctct　gttgccaggg　aagaacgtct　tagagagtaa　ctgctctaag
481　agtgacggta　cctgagaaga　aagccccggc　taactacgtg　ccagcagccg　cggtaatacg
541　tagggggcaa　gcgttgtccg　gaattattgg　gcgtaaagcg　cgcgcaggcg　gctatgtaag

601	tctggtgtat	aacctcaggg	ctcaaccctg	ggtcgcactg	gaaactgtgt	agcttgagta
661	cagaagagga	aagtggaatt	ccacgtgtag	cggtgaaatg	cgtagagatg	tggaggaaca
721	ccagtggcga	aggcgacttt	ctgggctgta	actgacgctg	aggcgcgaaa	gcgtggggag
781	caaacaggat	tagataccct	ggtagtccac	gccgtaaacg	atgaatgcta	ggtgttaggg
841	gtttcgatac	ccttggtgcc	gaagttaaca	cattaagcat	tccgcctggg	gagtacggtc
901	gcaagactga	aactcaaagg	aattgacggg	gacccgcaca	agcagtggag	tatgtggttt
961	aattcgaagc	aacgcgaaga	accttaccag	gtcttgacat	ccaactaacg	aggcagagat
1021	gcgttaggtg	cccttcgggg	aaagttgaga	caggtggtgc	atggttgtcg	tcagctcgtg
1081	tcgtgagatg	ttgggttaag	tcccgcaacg	agcgcaaccc	ttgatcttag	ttgccagcaa
1141	gtaaggttgg	gcactctaag	gtgactgccg	gtgacaaacc	ggaggaaggt	ggggatgacg
1201	tcaaatcatc	atgcccctta	tgacctgggc	tacacacgta	ctacaatggt	tggtacaacg
1261	ggaagcgaaa	gagcgatctg	gagcgaatcc	tataaaagcc	aatctcagtt	cggattgcag
1321	gctgcaactc	gcctgcatga	agtcggaatt	gctagtaatc	gcggatcagc	atgccgcggt
1381	gaatacgttc	ccgggtcttg	tacacaccgc	ccgtcacacc	acgagagttt	acaacacccg
1441	aagtcggtga	ggtaaccgca	aggagccagc	cgccgaaggt	ggggtagatg	attggggtga
1501	agtcgtaaca	aggtagccgt	atcggaaggt	gcggctggat	cacctcctt	

673. *Paenibacillus tylopili*（牛肝菌类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-161。*Paenibacillus tylopili* Kuisiene et al.，2008，sp. nov.（牛肝菌类芽胞杆菌）。★**模式菌株：**MK2 = DSM 18927 = LMG 23975。★**16S rRNA 基因序列号：**EF206295。★**种名释意：***tylopili* 意为模式菌株分离自牛肝菌，故其中文名称为牛肝菌类芽胞杆菌（ty.lo'pi.li NL masc. n. *tylopili* of *Tylopilus* taxonomic name of a genus of fungus，*Tylopilus felleus*，from the mycorhizosphere of which the organism was isolated）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 $MK2^T$ 分离自苦粉孢牛肝菌的根际。★**形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，可运动，杆状［（1.2～1.6）μm ×（3.0～5.9）μm］，芽胞卵圆形，中生，胞囊膨大。在 TSA 培养基上 25℃生长 2 d 的菌落直径 1～2 mm，圆形，稍凸起，白色，透明，有光泽。★**生理特性：**在 50℃时不生长，最适生长温度为 25℃，最低生长温度为 9℃。pH 为 6～9，最适 pH 8.0，在 pH 5.6 时不生长。能在盐浓度为 0.5%～3%（w/v）生长，盐浓度为 7%（w/v）时不生长。★**生化特性：**V-P 反应、产吲哚、硝酸盐还原均为阴性，过氧化氢酶为阳性。脲酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶和鸟氨酸脱羧酶为阴性。能水解淀粉和几丁质，不能水解酪蛋白、明胶、苯丙氨酸、酪氨酸和 N-乙酰葡萄糖胺。由下列物质产酸：L-阿拉伯糖、纤维二糖、果糖、半乳糖、葡萄糖、乳糖、麦芽糖、甘露醇、甘露糖、棉籽糖、核糖、蔗糖、D-木糖。不能利用半乳糖醇、肌醇、鼠李糖、山梨醇作为唯一碳源。★**化学特性：**主要脂肪酸为：anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 n-$C_{16:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44.3 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 $MK2^T$ 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus amylolyticus*、*P. pabuli* 和 *P. xylanilyticus* 的亲缘关系最近。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 $MK2^T$ 与 *P. amylolyticus*、*P. pabuli* 和 *P. xylanilyticus* 的关联度分别为 4.95%、38.0%和 46.3%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gagtttgatc	ctggctcagg	acgaacgctg	gcggcatgcc	taatacatgc	aagtcgagcg

61	gacttgaaga	gaagcttgct	tctcggatag	ttagcggcgg	acgggtgagt	aacacgtagg
121	caacctgccc	tcaagtttgg	gacaactacc	ggaaacggta	gctaataccg	aatagttgtt
181	ttcttctcct	gaagagaact	gggaagacgg	agcaatctgt	cacttgggga	tgggcctgcg
241	gcgcattagc	tagttggtgg	ggtaacggct	caccaaggcg	acgatgcgta	gccgacctga
301	gagggtgatc	ggccacactg	ggactgagac	acggcccaga	ctcctacggg	aggcagcagt
361	agggaatctt	ccgcaatggg	cgaaagcctg	acggagcaat	gccgcgtgag	tgatgaaggt
421	tttcggatcg	taaagctctg	ttgccaggga	agaacgcttg	ggagagtaac	tgctctcaag
481	gtgacggtac	ctgagaagaa	agccccggct	aactacgtgc	cagcagccgc	ggtaatacgt
541	agggggcaag	cgttgtccgg	aattattggg	cgtaaagcgc	gcgcaggcgg	tcatttaagt
601	ctggtgttta	atcccggggc	tcaaccccgg	atcgcactgg	aaactgggtg	acttgagtgc
661	agaagaggag	agtggaattc	cacgtgtagc	ggtgaaatgc	gtagatatgt	ggaggaacac
721	cagtggcgaa	ggcgactctc	tgggctgtaa	ctgacgctga	ggcgcgaaag	cgtggggagc
781	aaacaggatt	agataccctg	gtagtccacg	ccgtaaacga	tgagtgctag	gtgttagggg
841	tttcgatacc	cttggtgccg	aagctaacac	attaagcact	ccgcctgggg	agtacggtcg
901	caagactgaa	actcaaagga	attgacgggg	acccgcacaa	gcagtggagt	atgtggttta
961	attcgaagca	acgcgaagaa	ccttaccagg	tcttgacatc	cctctgatcg	gtacagagat
1021	gtatctttcc	ttcgggacag	aggagacagg	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt
1081	gagatgttgg	gttaagtccc	gcaacgagcg	caacccttat	atttagttgc	cagcacttcg
1141	ggtgggcact	ctagatagac	tgccggtgac	aaaccggagg	aaggtgggga	tgacgtcaaa
1201	tcatcatgcc	ccttatgacc	tgggctacac	acgtactaca	atggccggta	caacgggctg
1261	cgaaatcgcg	agatggagcc	aatcccaaca	aagccggtct	cagttcggat	tgcaggctgc
1321	aactcgcctg	catgaagtcg	gaattgctag	taatcgcgga	tcagcatgcc	gcggtgaata
1381	cgttcccggg	tcttgtacac	accgcccgtc	acaccacgag	agtttataac	acccgaagtc
1441	ggtggggtaa	ccgcaaggag	ccagccgccg	aa		

674. *Paenibacillus typhae*（蒲草类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-162。*Paenibacillus typhae* Kong et al.，2013，sp. nov.（蒲草类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**xj7 = CGMCC 1.11012 = DSM 25190。**★16S rRNA 基因序列号：**JN256679。**★种名释意：***typhae* 意为模式菌株分离自蒲草，故其中文名称为蒲草类芽胞杆菌（N.L. gen. n. *typhae*，of *Typha*，referring to *Typha angustifolia*，the wetland plant from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $xj7^T$ 分离自北京市翠湖湿地香蒲的根部。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［（0.3～0.5）μm ×（2.2～10.3）μm］，从周生鞭毛运动，形成椭圆形的端生芽胞。在 TSA 培养基上 28℃培养 2 d 后的菌落湿润，圆形，凸起，不透明，乳白色，边缘整齐，光滑，直径为 1.0～1.5 mm。**★生理特性：**在 R2A 和 NA 培养基中也生长，但是在麦康凯培养基中不生长。在 0～3%盐浓度中生长，最适盐浓度为 0.5%。在 pH 6.0～10.0 能生长，最适 pH 为 7.0～7.5。在 10～40℃能生长，最适温度为 28～30℃。对下列物质敏感：阿奇霉素、卡那霉素、氧氟沙星、四环素、利福平、头孢噻肟、链霉素和氯霉素，但是对两性霉素 B 有抗性。**★生化特性：**过氧化氢酶、色氨酸脱氨酶、甲基红试验为阳性。能水解七叶苷、半乳糖苷、淀粉、卵黄、酪蛋白，不能水解尿素、精氨酸、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸盐、吐温 20 或吐温 80。不产

H_2S。氧化酶、产吲哚、V-P 反应为阴性。能将硝酸盐还原为亚硝酸盐，但不能还原为氮气。利用下列碳源产酸：甘油、L-阿拉伯糖、木糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、半乳糖、葡萄糖、果糖、甘露糖、鼠李糖、甘露醇、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、乙酰-葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖、棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、苦杏仁糖和松二糖。利用下列碳源不产酸：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、D-核糖、L-木糖、D-核糖醇、L-山梨糖、肌醇、山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、D-木糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸或 5-酮基葡萄糖酸。能利用如下碳源：β-环糊精、糊精、糖原、甘露糖、苦杏仁苷、熊果苷、果糖、D-半乳糖、苦杏仁糖、α-D-葡萄糖、麦芽糖、麦芽三糖、松三糖、蜜二糖、异麦芽酮糖、D-阿洛酮糖、棉籽糖、水杨苷、山梨醇、蔗糖、海藻糖、松二糖、丙酮酸、甘油和肌苷。下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶和 β-葡萄糖苷酶。下列酶活性为阴性：酯酶（C14）、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、N-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。**★化学特性：**主要磷脂为二磷脂酰甘油、少量的磷脂酰甘油、三种未知的氨基磷脂、一种未知的磷脂。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 47.9 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 xj7^T 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus borealis* KK19^T（97.5%）和 *Paenibacillus durus* DSM 1735^T（97.1%）的亲缘关系最近。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 xj7^T 与 *P. borealis* KK19^T（97.5%）和 *P. durus* DSM 1735^T 的关联度均为 35%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  catggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    ggagtttatt  cttcgggata  agcttagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  aggcaacctg
121   ccccttagcc  tgggataact  accggaaacg  gtagctaata  ccggataatc  ccttccctcg
181   cctgagggaa  ggataaaagg  cggagcaatc  tgctgataag  ggatgggcct  gcggcgcatt
241   agctagttgg  tgaggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg
301   aacggccaca  ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat
361   cttccgcaat  gggcgaaagc  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga
421   tcgtaaagct  ctgttgccag  ggaagaacgt  ccggtagagt  aactgctacc  ggagtgacgg
481   tacctgagaa  gaaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc
541   aagcgttgtc  cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggctattta  agtctggtgt
601   ttaaaccttg  ggctcaacct  gaggtcgcac  tggaaactgg  gtggcttgag  tacagaagag
661   gaaagtggaa  ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc
721   gaaggcgacc  ttctgggctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg
781   attagatacc  ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttag  gggtttcgat
841   acccttggtg  ccgaagttaa  cacagtaagc  actccgcctg  gggagtacgg  tcgcaagact
901   gaaactcaaa  ggaattgacg  gggacccgca  caagcagtgg  agtatgtggt  ttaattcgaa
961   gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atccctctga  atcctctaga  gatagaggcg
1021  gccttcggga  cagaggagac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt
1081  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgactttagt  tgccagcagg  tcgagctggg
1141  cactctagag  tgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca
```

1201　tgcccсttat　gacctgggct　acacacgtac　tacaatggcc　ggtacaacgg　gaagcgaagc
1261　cgcgaggtgg　agccaatccc　agcaaagccg　gtctcagttc　ggattgcagg　ctgcaactcg
1321　cctgcatgaa　gtcggaattg　ctagtaatcg　cggatcagca　tgccgcggtg　aatacgttcc
1381　cgggtcttgt　acacaccgcc　cgtcacacca　cgagagttta　caacacccga　agtcggtggg
1441　gtaacccgca　agggagccag　ccgccgaagg　tggggtagat　gattggggtg　aagtcgtaac
1501　aaggtaacc

675. *Paenibacillus uliginis*（潮湿类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-163。*Paenibacillus uliginis* Behrendt et al.，2011，sp. nov.（潮湿类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**N3/975 = DSM 21861 = LMG 24790。**★16S rRNA 基因序列号：**FN556467。**★种名释意：***uliginis* 为潮湿之意，故其中文名称为潮湿类芽胞杆菌（u.li.gi′nis. L. n. *uligo -inis*，moisture，marshy quality of the earth；L. gen. n. *uliginis*，of moisture）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 N3/975[T] 分离自沼泽泥炭土。**★形态特征：**细胞杆状（0.8 μm × 4.0 μm），兼性厌氧，以侧生鞭毛运动。芽胞（1.8 μm × 1.1 μm）椭圆形，表面有曲线条纹，端生，胞囊膨大。新生菌落透明，有光泽，圆形，稍凸起，边缘整齐。随着培养时间的延长，菌落变得不透明，白色至浅黄色，扁平，有时在平板上扩展而成为透明的菌落表型。细胞革兰氏染色可变：透明菌落的细胞为革兰氏阴性，而老菌落的细胞为革兰氏阳性（易脱色）。**★生理特性：**最适生长温度为 30℃，在 4℃或 41℃时不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶和 β-半乳糖苷酶为阳性。下列反应为阴性：精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶和鸟氨酸芳基酰胺酶、色氨酸脱氨酶、脲酶、产吲哚、V-P 反应。能水解淀粉和七叶苷，但不能水解明胶和酪蛋白。硝酸盐还原为亚硝酸盐的活性可变。葡萄糖厌氧发酵产酸而不产气。不能利用柠檬酸。不能由下列物质产酸：D-葡萄糖、D-甘露醇、肌醇、D-山梨醇、L-鼠李糖、D-蔗糖、D-蜜二糖、苦杏仁苷和 L-阿拉伯糖。**★化学特性：**主要磷脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺，还有两种未知的糖脂、三种未知的磷脂和氨基磷脂。细胞壁肽聚糖为 A4α 型，含 L-Lys–D-Asp。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（44.37%±5.04%）、$C_{16:0}$（17.51%±8.30%）、$C_{16:1\omega11c}$（9.40%±1.09%）、iso-$C_{15:0}$（6.97%±0.50%）和 iso-$C_{16:0}$（5.62%±1.64%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45.2 mol%（HPLC）。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 ES_MS17[T] 和 N3/975[T] 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus* 种类的同源性均低于 97%。尽管菌株 ES_MS17[T] 和 N3/975[T] 之间的同源性很高，但 DNA-DNA 杂交实验结果表明，它们属于不同的种，分别命名为 *Paenibacillus purispatii* sp. nov.（ES_MS17[T]）和 *Paenibacillus uliginis* sp. nov.（N3/975[T]）。16S rRNA 基因序列如下。

1　gacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc　ggacttgatg　aggagcttgc
61　tcctctgatg　gttagcggcg　gacgggtgag　taacacgtag　gcaacctgcc　ctcaagactg
121　ggataactac　cggaaacggt　agctaatacc　ggataattta　ttttgycwca　tggygraata
181　atgaaaggcg　gagcaatctg　ccacttgagg　atgggcctgc　ggcgcattag　ctagttggtg
241　gggtaatggc　ccaccaaggc　gacgatgcgt　agccgacctg　agagggtgaa　cggccacact
301　gggactgaga　cacggcccag　actcctacgg　gaggcagcag　tagggaatct　tccgcaatgg
361　acgaaagtct　gacggagcaa　cgccgcgtga　gtgatgaagg　ttttcggatc　gtaaagctct
421　gttgccaggg　aagaacgctt　aggagagtaa　ctgctcctga　ggtgacggta　cctgagaaga

481	aagccccggc	taactacgtg	ccagcagccg	cggtaatacg	tagggggcaa	gcgttgtccg
541	gaattattgg	gcgtaaagcg	cgcgcaggcg	gttctttaag	tctggtgttt	aaacctgggg
601	ctcaacttca	ggtcgcactg	gaaactgggg	gacttgagtg	cagaagagga	gagtggaatt
661	ccacgtgtag	cggtgaaatg	cgtagatatg	tggaggaaca	ccagtggcga	aggcgactct
721	ctgggctgta	actgacgctg	aggcgcgaaa	gcgtggggag	caaacaggat	tagataccct
781	ggtagtccac	gccgtaaacg	atgaatgcta	ggtgttaggg	gtttcgatac	ccttggtgcc
841	gaagttaaca	cattaagcat	tccgcctggg	gagtacggtc	gcaagactga	aactcaaagg
901	aattgacggg	gacccgcaca	agcagtggag	tatgtggttt	aattcgaagc	aacgcgaaga
961	accttaccag	gtcttgacat	ccctctgacc	ggtacagaga	tgtacctttc	cttcgggaca
1021	gaggagacag	gtggtgcatg	gttgtcgtca	gctcgtgtcg	tgagatgttg	ggttaagtcc
1081	cgcaacgagc	gcaacccttg	atcttagttg	ccagcaattc	ggttgggcac	tctaaggtga
1141	ctgccggtga	caaaccggag	gaaggtgggg	atgacgtcaa	atcatcatgc	cccttatgac
1201	ctgggctaca	cacgtactac	aatggctggt	acaacgggaa	gcgaagccgc	gaggtggagc
1261	caatcctata	aaagccagtc	tcagttcgga	ttgcaggctg	caactcgcct	gcatgaagtc
1321	ggaattgcta	gtaatcgcgg	atcagcatgc	cgcggtgaat	acgttcccgg	gtcttgtaca
1381	caccgcccgt	cacaccacga	gagtttacaa	cacccgaagt	cggtggggta	acccgcaagg
1441	gagccagccg	ccgaaggtgg	ggtagatgat	tggggtgaag	tcgtaacaag	gtagccgtat
1501	cggaaggtgc					

676. *Paenibacillus urinalis*（泌尿类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-164。*Paenibacillus urinalis* Roux et al.，2008，sp. nov.（泌尿类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**5402403 = CCUG 53521 = CIP 109357。**★16S rRNA 基因序列号：**EF212892。**★种名释意：***urinalis* 为尿之意，故其中文名称为泌尿类芽胞杆菌（L. masc. adj. *urinalis*，pertaining to urine，urinary）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 5402403^T 从静脉注射吸毒的 36 岁女性尿液中分离出来。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，兼性厌氧，杆状［（0.75～1.2）μm ×（1.8～4.6）μm］，依靠周生鞭毛运动，形成芽胞，胞囊膨大。在血琼脂培养基上生长 24 h 后的菌落呈圆形，浅灰色，表面光滑，有光泽，直径为 5 mm。**★生理特性：**最适生长温度为 30～37℃，在 5%（w/v）的盐浓度中生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，V-P 反应、氧化酶、产吲哚为阴性。能水解七叶苷，不能水解精氨酸、尿素、明胶。β-半乳糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶活性为阳性，但下列酶活性为阴性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、酯酶（C14）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N -乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。利用下列碳源能产酸：阿拉伯糖、核糖、木糖、半乳糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-甘露糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、柠檬酸铁、水杨苷、麦芽糖、D-乳糖、蜜二糖、蔗糖、棉籽糖和淀粉。利用下列碳源 48 h 后产酸活性弱：甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁糖、葡萄糖酸钾。不能利用下列碳源产酸：甘油、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-木糖、D-核糖醇、D-果糖、L-山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、海藻糖、菊糖、松三糖、糖原、木糖醇、松二糖、D-木糖、D-己酮糖、D-岩藻糖或 L-岩藻糖、D-阿糖醇钾或 L-阿糖

醇钾、2-酮基葡萄糖酸或5-酮基葡萄糖酸。不能还原硝酸盐。能利用D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、麦芽糖、葡萄糖酸钾，不能利用D-甘露糖、癸酸、己二酸、苹果酸、柠檬酸钠和苯乙酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为anteiso-$C_{15:0}$（49.0%）、iso-$C_{16:0}$（15.4%）、$C_{16:0}$（7.6%）、$C_{15:0}$（6.3%）、anteiso-$C_{17:0}$（5.7%）、iso-$C_{14:0}$（4.1%）和iso-$C_{15:0}$（4.1%）。**★分子特性：**菌株5402403^{T}与*P. illinoisensis* NRRL NRS-61356^T、*P. xylanilyticus* XIL14^T、*P. barcinonensis* BP-23^T、*P. pabuli* NCIMB 12781^{T}和*P. amylolyticus* NRRL NRS-290^{T}的16S rRNA基因序列同源性分别为90.6%、95.3%、94.3%、89.1%和94.2%。16S rRNA基因序列如下。

```
1     tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtaggt  aacctgccca  taagactggg  ataactaccg
61    gaaacggtag  ctaataccgg  atargttctt  ctctcgcatg  ggaggggaaa  gaaagacgga
121   gcaatctgtc  acttatggat  ggacctgcgg  cgcattagct  agttggtgag  gtaacggctc
181   accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca
241   cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatgggc  gaaagcctga
301   cggagcaacg  ccgcgtgagt  gatgaaggtt  ttcggatcgt  aaagctctgt  tgccagggaa
361   gaacgtcttt  aagagtaact  gcttaaagag  tgacggtacc  tgagaagaaa  gccccggcta
421   actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  gggggcaagc  gttgtccgga  attattgggc
481   gtaaagcgcg  cgcaggcggt  catttaagtt  gggtgtttaa  ccccagggct  caaccctggg
541   tcgcacccaa  aactggatga  cttgagtgca  gaagaggaga  gtggaattcc  acgtgtagcg
601   gtgaaatgcg  tagagatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag  gcgactctct  gggctgtaac
661   tgacgctgag  gcgcgaaagc  gtggggagca  aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc
721   cgtaaacgat  gaatgctagg  tgttaggggt  ttcgataccc  ttggtgccga  agttaacaca
781   ttaagcattc  cgcctgggga  gtacggtcgc  aagactgaaa  ctcaaaggaa  ttgacgggga
841   cccgcacaag  cagtggagta  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt
901   cttgacatct  gaatgaccgg  tgcagagatg  tacctttcct  tcgggacatt  caagacaggt
961   ggtgcatggt  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg  ttaagtcccg  caacgagcgc
1021  aacccttgat  cttagttgcc  agcaggttaa  gctgggcact  ctaaggtgac  tgccggtgac
1081  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac
1141  acgtactaca  atggccagta  caacgggaag  cgaagccgcg  aggtggagcc  aatcctaaaa
1201  agctggtctc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc  atgaagtcgg  aattgctagt
1261  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggt  cttgtacaca  ccgcccgtca
1321  caccacgaga  gtttacaaca  cccgaagccg  gtggggtaac  cgcaaggagc  cagccgtcga
1381  aggtggggta  gatgattggg  gtg
```

677. *Paenibacillus validus*（强壮类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-165。*Paenibacillus validus*（Nakamura，1984）Ash et al.，1994，comb. nov.（强壮类芽胞杆菌）= *Bacillus validus*（ex Bredemann and Heigener，1935）Nakamura，1984，sp. nov.，nom. rev.。**★模式菌株：**ATCC 43897 = CCUG 28520 = CFBP 4263 = CIP 103120 = DSM 3037 = IFO（now NBRC）15382 = JCM 9077 = LMG 11161 = NRRL B-14484 = NRRL NRS-1000。**★16S rRNA基因序列号：**AB073203。异名：*Bacillus validus* Bredemann and Heigener 1935，**★种名释意：***validus*为强壮之意，故其中文名称为强壮类芽胞杆菌（ L. masc. adj. *validus*，strong，vigorous）。

【种类描述】★**菌株来源**：模式菌株分离自土壤。★**形态特征**：细胞杆状［（0.5～1.0）μm ×（5.0～7.0）μm］。★**生理特性**：菌株在 NaCl 浓度为 3%和 0.001%溶菌酶中生长受到抑制。在 pH 5.6 时能生长。最适生长温度是 28～30℃，最高生长温度是 45～50℃，最低生长温度是 5～10℃。★**生化特性**：能水解吐温 80 和尿素。硝酸盐不能被还原成亚硝酸盐。能利用乙酸盐、柠檬酸盐、富马酸盐、苹果酸盐和琥珀酸盐。能发酵 L-鼠李糖和 D-山梨糖。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 54 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cgctggcggc  gtgcctaata  catgcaagtc  gagcggactt  atccttcggg  ataggttagc
61    ggcggacggg  tgagtaacac  gtaggcaacc  tgcctgtaag  atcgggataa  ctaccggaaa
121   cggtagctaa  gaccggatag  ctggtttctc  cgcatggggg  aatcatgaaa  catggggcaa
181   cctntggctt  acggatgggc  ctgcggcgca  ttagctagtt  ggtggggtaa  nggcccacca
241   aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgatcggcca  cactgggact  gagacacggc
301   ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  atcttccgca  atgggcgcaa  gcctgacgga
361   gcaacgccgc  gtgagtgatg  aaggttttcg  gatcgtaaag  ctctgttgcc  aaggaagaac
421   gcctcggaga  gtaactgctc  tgagggtgac  ggtacttgag  aagaaagccc  cggctaacta
481   cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtagggg  gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa
541   agcgcgcgca  ggcggtcttt  taagtttggt  gtttaagccc  ggggctcaac  cccggttcgc
601   actgaaaact  gggagacttg  agtgcaggag  aggaaagcgg  aattccacgt  gtagcggtga
661   aatgcgtaga  gatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaggcgg  ctttctggac  tgtaactgac
721   gctgaggcgc  gaaagcgtgg  ggagcaaaca  ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta
781   aacgatgagt  gctaggtgtt  aggggtttcg  ataccсttgg  tgccgaagta  aacacaataa
841   gcactccgcc  tggggagtac  gctcgcaaga  gtgaaactca  aaggaattga  cggggacccg
901   cacaagcagt  ggagtatgtg  gtttaattcg  aagcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg
961   acatccctct  gaccggtaca  gagatgtacc  ttcccttcgg  ggcagaggag  acaggtggtg
1021  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc
1081  cttgaactta  gttgccagca  ttcagttggg  cactctaagt  tgactgccgg  tgacaaaccg
1141  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct  acacacgtac
1201  tacaatggcc  ggtacaacgg  gaagcgaagt  cgcgagatgg  agcgaatcct  tagaagccgg
1261  tctcagttcg  gattgcaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag  tcggaattgc  tagtaatcgc
1321  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc  gggtcttgta  cacaccgccc  gtcacaccac
1381  gagagtttac  aacacccgaa  gtcggtgggg  taaccgcaag  gagccagccg  ccgaaggtgg
1441  ggtagatgat  tggggtgaag  tcgtaacaag  gtagccgtat  cggaagg
```

678. *Paenibacillus vulneris*（伤口类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-166。*Paenibacillus vulneris* Glaeser et al.，2013，sp. nov.（伤口类芽胞杆菌）。★**模式菌株**：CCUG 53270 = JCM 18268。★**16S rRNA 基因序列号**：HE649498。★**种名释意**：*vulneris* 为伤口之意，故其中文名称为伤口类芽胞杆菌（L. gen. n. *vulneris*，of a wound）。

【种类描述】★**菌株来源**：菌株 CCUG 53270^T 从挪威特罗姆瑟市 35 岁男性坏死的伤口组织中分离得到。★**形态特征**：细胞革兰氏阳性，无鞭毛、不运动，杆状［（0.8～1.0）μm ×（2.0～3.0）μm］。芽胞圆形，端生。在 TSA 培养基上 28℃培养 48 h 后的菌落呈圆形，凸起，米黄色，有光泽，平均直径为 2～3 mm。★**生理特性**：在麦康凯培养基中不生长。

在 TS 培养基中，生长温度为 15～50℃，最适为 30℃，在 10℃或 55℃时不生长；pH 为 5.5～11.5，最适 pH 7～8；在盐浓度是 1%和 2%时能生长，在 5%以上时不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不产 H_2S 和吲哚。β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱羧酶为阴性。不能水解明胶、柠檬酸盐、酪蛋白和淀粉。利用下列糖或它们的混合物时不产酸：葡萄糖、乳糖、蔗糖、D-甘露醇、半乳糖醇、水杨苷、D-核糖醇、山梨醇、阿拉伯糖、棉籽糖、鼠李糖、麦芽糖、木糖、海藻糖、纤维二糖、蜜二糖、阿糖醇、D-甘露糖。产尿素能力较弱。利用下列物质作为唯一碳源：N-乙酰-D-葡萄糖胺、阿拉伯糖、纤维二糖、D-果糖、D-熊果苷、半乳糖、葡萄糖、麦芽糖、鼠李糖、蔗糖、水杨苷、海藻糖、D-木糖、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇、苹果酸和丙酮酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7（85%）和 MK-6（15%）。主要极性磷脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甲基乙醇胺、磷脂酰乙醇胺和磷脂酰甘油。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$，同时还检测到 anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{14:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**16S rRNA 基因序列分析结果表明，与菌株 CCUG 53270^T 亲缘关系最近的是 *P. rigui*（97.2%）、*P. xylanisolvens*（96.3%）和 *P. chinjuensis*（96.1%），与 *Paenibacillus* 其他种类的同源性≤96%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     aacgctggcg  gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgagcggtc  ccttcgggga  tagcggcgga
61    cgggtgagta  acacgtaggc  aacctgcctg  taagatcggg  ataactatcg  gaaacgatag
121   ctaagaccgg  atagctggtt  ctctcgcatg  agggaatcat  gaaacacggg  gcaacctgtg
181   gcttacagat  gggcctgcgg  cgcattagct  agttggtagg  gtaacggcct  accaaggcga
241   cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac
301   tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cgcaatggac  gcaagtctga  cggagcaacg
361   ccgcgtgagt  gatgaaggtt  ttcggatcgt  aaagctctgt  tgccagggaa  gaacgccttg
421   gagagtaact  gctctaaggg  tgacggtacc  tgagaagaaa  gccccggcta  actacgtgcc
481   agcagccgcg  gtaatacgta  gggggcaagc  gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgcg
541   cgcaggcggt  catttaagtt  tggtgtttaa  gcccggggct  caaccccgga  tcgcactgaa
601   aactgggtga  cttgagtgcg  ggagaggaaa  gtggaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg
661   tagagatgtg  gaggaacacc  agtggcgaag  gcgactttct  ggaccgtaac  tgacgctgag
721   gcgcgaaagc  gtggggagca  aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat
781   gagtgctagg  tgttaggggt  ttcgataccc  ttggtgccga  agtcaacaca  gtaagcactc
841   cgcctgggga  gtacgctcgc  aagagtgaaa  ctcaaaggaa  ttgacgggga  cccgcacaag
901   cagtggagta  tgtggtttaa  ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc
961   cgatgaaaca  cctagagata  ggtgccctct  tcggagcatt  ggagacaggt  ggtgcatggt
1021  tgtcgtcagc  tcgtgtcgtg  agatgttggg  ttaagtcccg  caacgagcgc  aacccttgac
1081  tttagttgcc  agcattnagt  tgggcactct  agagtgactg  ccggtgacaa  accggaggaa
1141  ggcggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccc  ttatgacctg  ggctacacac  gtactacaat
1201  ggccggtaca  acgggaagcg  aagccgcgag  gtggagccaa  tccttacaag  ccggtctcag
1261  ttcggattgc  aggctgcaac  tcgcctgcat  gaagtcggaa  ttgctagtaa  tcgcggatca
1321  gcatgccgcg  gtgaatacgt  tcccgggtct  tgtacacacc  gcccgtcaca  ccacgagagt
1381  ttacaacacc  cgaagtcggt  ggggtaaccg  caaggagcca  gccgccgaag  gtggggtaga
1441  tgattgggg
```

679. *Paenibacillus wooponensis*（牛浦类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-167。*Paenibacillus wooponensis* Baik et al.，2011，sp. nov.（牛浦类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**WPCB018 = JCM 16350 = KCTC 13280。**★16S rRNA 基因序列号：**EU939687。**★种名释意：***wooponensis* 意为模式菌株分离自韩国牛浦湿地，故其中文名称为牛浦类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *wooponensis*，of or belonging to Woopo wetland，Republic of Korea，the geographical origin of the type strain of the species）。

【种类描述】**★菌株来源：**菌株 WPCB018^T 分离自韩国牛浦沼泽地的湖水。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格好氧，以周生鞭毛运动，杆状［（0.7～1.0）μm×（2.0～5.0）μm］。芽胞椭圆形，次端生，胞囊膨大。在 TSA 培养基上 30℃培养 48 h 后的菌落呈圆形，不透明，淡黄色，凸起，边缘整齐，直径为 2 mm。**★生理特性：**生长的 NaCl 浓度为 0～2%；pH 为 5～9，最适 pH 6～8；生长温度为 10～37℃，最适为 30～35℃。对下列物质敏感：阿米卡星、氨苄西林、氯霉素、红霉素、庆大霉素、卡那霉素、萘啶酮酸、青霉素、多黏菌素 B、链霉素、四环素和万古霉素。**★生化特性：**不产 H_2S。过氧化氢酶和氧化酶为阳性，不产吲哚。能水解 DNA、酪蛋白、吐温 20，但不能水解纤维素、卵黄、明胶、吐温 80、L-酪氨酸、木聚糖。能水解七叶苷和 β-半乳糖。能利用葡萄糖和麦芽糖。不能利用精氨酸、尿素、N-乙酰葡萄糖胺、己二酸、L-阿拉伯糖、甘露糖、甘露醇、癸酸、苹果酸、苯乙酸和柠檬酸三钠。不能还原硝酸盐。能利用下列物质产酸：苦杏仁苷、纤维二糖、半乳糖醇（弱）、七叶苷、D-果糖、D-半乳糖、糊精糖、葡萄糖、乳糖、麦芽糖、甘露糖、松三糖、蜜二糖、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、棉籽糖、鼠李糖、蔗糖、海藻糖、松二糖、D-木糖。经过 API ZYM 检测，下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、亮氨酸芳基酰胺酶（较弱）、酯酶（C4）、酯酶（C8）、α-葡萄糖苷酶和 β-葡萄糖苷酶。下列酶活性为阴性：碱性磷酸酶、N-乙酰基-氨基葡萄糖苷酶、α-胰凝乳蛋白酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、α-岩藻糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、酯酶（C14）、α-甘露糖苷酶、胰蛋白酶、缬氨酸芳基酰胺酶。能利用下列物质：苦杏仁苷、葡聚糖、糊精、半乳糖、苦杏仁糖、麦芽糖、葡萄糖酸、α-D-葡萄糖、蜜二糖、蜜三糖、甲基-β-D-半乳糖苷、棉籽糖、异麦芽酮糖、海藻糖、蔗糖和松二糖。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 $C_{18:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、未知的氨基磷脂。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 56.0 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 WPCB018^T 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus humicus* PC-147^T（97.5%）和 *Paenibcillus pasadenensis* SAFN-007^T（96.2%）的亲缘关系最近。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 WPCB018^T 与 *P. humicus*、*P. pinihumi*、*P. phyllosphaerae*、*P. pasadenensis* 和 *P. tarimensis* 的关联度分别为 10%、17%、18%、19%和 20%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggcgtgccta  atacatgcaa  gtcgagcgga  cttgawggag  tgcttgcact  ccggatartt
61    agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtaggca  acctgccttc  aagaccggga  taacattcgg
121   aaacgaatgc  taataccgga  taggcgattc  cttctcctgg  aggratcggg  aaagacggyg
181   caagctgtca  cttgaagatg  ggcctgcggc  gcattagcta  gttggtgagg  taacggctca
241   ccaaggcgac  gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac
```

301	ggcccagact	cctacgggag	gcagcagtag	ggaatcttcc	gcaatggacg	aaagtctgac
361	ggagcaacgc	cgcgtgagtg	aggaaggcct	tcgggtcgta	aagctctgtt	gccagggaag
421	aacgggtgga	ygagtaactg	crtycgccat	gacggtacct	gagaagaaag	ccccggctaa
481	ctacgtgcca	gcagccgcgg	taatacgtag	gggcaagcg	ttgtccggaa	ttattgggcg
541	taaagcgcgc	gcaggcggct	ttgtaagtcc	ggtgtttaat	cttggggctc	aaccccaagt
601	cgcacgggaa	actgcaaggc	ttgagtgcag	aagaggaaag	tggaattcca	cgtgtagcgg
661	tgaaatgcgt	agagatgtgg	aggaacacca	gtggcgaagg	cgactttctg	ggctgtaact
721	gacgctgagg	cgcgaaagcg	tggggagcaa	acaggattag	ataccctggt	agtccacgcc
781	gtaaacgatg	agtgctaggt	gttaggggtt	tcgataccct	tggtgccgaa	gttaacacag
841	taagcactcc	gcctggggag	tacgctcgca	agagtgaaac	tcaaaggaat	tgacggggac
901	ccgcacaagc	agtggagtat	gtggtttaat	tcgaagcaac	gcgaagaacc	ttaccaggtc
961	ttgacatccc	cctgaatcac	ctagagatag	gtgcggcctt	cgggacaggg	gagacaggtg
1021	gtgcatggtt	gtcgtcagct	cgtgtcgtga	gatgttgggt	taagtcccgc	aacgagcgca
1081	acccttgatt	ttagttgcca	gcacytkkgt	gggcactcta	gaatgactgc	cggtgacaaa
1141	ccggaggaag	gcggggatga	cgtcaaatca	tcatgcccct	tatgacctgg	gctacacacg
1201	tactacaatg	gccggtacaa	cgggcagcga	agccgcgagg	tggagcgaat	cctaaaaagc
1261	cggtctcagt	tcggattgca	ggctgcaact	cgcctgcatg	aagtcggaat	tgctagtaat
1321	cgcggatcag	catgccgcgg	tgaatacgtt	cccgggtctt	gtacacaccg	cccgtcacac
1381	cacgagagtt	tacaacaccc	gaagtcggtg	gggtaacccg	caagggagcc	ag

680. *Paenibacillus woosongensis*（又松类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-168。*Paenibacillus woosongensis* Lee and Yoon，2008，sp. nov.（又松类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**YB-45 = DSM 16971 = KCTC 3953。**★16S rRNA 基因序列号：**AY847463。**★种名释意：***woosongensis* 意为模式菌株分离自韩国又松，故其中文名称为又松类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *woosongensis*，of Woosong，the Korean name for the university in Korea at which the organism was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 YB-45^{T} 分离自韩国又松的森林土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，好氧或兼性厌氧，能运动，形成芽胞，杆状[（0.5～0.7）μm×（2.5～5.0）μm]。在 TSA 培养基上 37℃培养 48 h 后的菌落为圆形，稍不规则，稍凸起，浅黄色到浅灰色，透明，光滑，直径为 1～2 mm。**★生理特性：**生长温度为 28～47℃，最适为 37℃；NaCl 浓度为 0～3%，最适为 3%，在高于 5%时不生长。**★生化特性：**氧化酶为阴性，过氧化氢酶为阳性。不能还原硝酸盐。能水解下列物质：七叶苷、酪蛋白、淀粉。不能水解下列物质：酪氨酸、明胶、吐温 80、尿素。能利用下列物质作为唯一碳源和能源：L-阿拉伯糖、羧甲基纤维素、D-果糖、半乳糖、葡萄糖酸、D-核糖、葡萄糖、淀粉、木聚糖和 D-木糖。能较弱地利用下列物质作为唯一碳源和能源：D-阿拉伯糖、鼠李糖、木糖醇、5-酮-D-葡萄糖酸盐。不能利用下列物质作为唯一碳源和能量来源：2-酮-D-葡萄糖酸盐、柠檬酸、甘油、山梨醇、山梨糖和琥珀酸。由下列物质产酸：苦杏仁苷、阿拉伯糖、熊果苷、纤维二糖、果糖、半乳糖、苦杏仁糖、葡萄糖酸钙、葡萄糖、糖原、菊糖、D-乳糖、D-木糖、麦芽糖、甘露糖、蜜二糖、甲基-β-D-吡喃木糖苷、N-乙酰氨基葡萄糖、棉籽糖、核糖、水杨苷、蔗糖、海藻糖、松二糖和木糖、木糖醇（弱）。不能由

下列物质产酸：2-酮-D-葡萄糖酸盐、5-酮-D-葡萄糖酸盐、D-核糖醇、阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、海藻糖、葡萄糖、甘油、肌醇、松三糖、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、山梨醇、山梨糖、D-己酮糖、L-木糖。下列酶活性为阳性：木聚糖酶、纤维素酶、淀粉酶、β-甘露聚糖酶、β-甘露糖苷酶、β-木糖苷酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酶。**★化学特性：**细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.7 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 YB-45^{T} 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus* 种类的同源性均<96%，与亲缘关系最近的 *Paenibacillus jamilae* DSM 13815^{T} 也只有 95.7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggagttattt  tggaagcttg
61     cttccgaaat  aacttagcgg  cggacgggtg  agtaatacgt  aggcaacctg  cctgtaagac
121    tgggataact  gccggaaacg  gtagctaata  ccggataaat  catttcgccg  catggcggga
181    tgctgaaaga  cggagcaatc  tgtcacttac  agatgggcct  acggcgcatt  agctagttgg
241    tggggtaaag  gcctaccaag  gcgacgatgc  gtagccggcc  tgagagggtg  aacggccaca
301    ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat
361    ggacgaaagt  ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaagct
421    ctgttgccag  ggaagaacgt  cttggagagt  aactgctctg  agagtgacgg  tacctgagaa
481    gaaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc  aagcgttgtc
541    cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggtcattta  agtctggtgt  ataaactcgg
601    ggctcaactc  cgagtcgcac  tggaaactgg  gtgacttgag  tgcagaagag  gagagtggaa
661    ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact
721    ctctgggctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggt  agcaaacagg  attagatacc
781    ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgaatgc  taggtgttag  gggtttcgat  acccttggtg
841    ccgaagttaa  cacattaagc  attccgcctg  gggagtacgg  tcgcaagact  gaaactcaaa
901    ggaattgacg  gggacccgca  caagcagtgg  agtatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa
961    gaaccttacc  aggtcttgac  atccctctga  ccggtgcaga  gatrkgcctt  tccttcggga
1021   cagaggagac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt
1081   cccgcaacga  gcgcaaccct  taggtttagt  tgccagcaca  tgaaggtggg  cactctagat
1141   cgactgccgg  tgacaaaccg  gaggaaggtg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat
1201   gacctgggct  acacacgtac  tacaatggcc  agtacaacgg  gaagcgaarc  cgcgaggtgg
1261   agcgaatcct  atcaaagctg  gtctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg  cctgcatgaa
1321   gtcggaattg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc  cgggtcttgt
1381   acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagttta  caacacccga  agtcggtgag  gtaaccgcaa
1441   ggggccagcc  gccgaaggtg  gggtagatga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa  ggtagccgta
1501   tcggaaggtg  c
```

681. *Paenibacillus wynnii*（韦恩氏类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-169。*Paenibacillus wynnii* Rodríguez-Díaz et al.，2005，sp. nov.（韦恩氏类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CIP 108306 = LMG 22176。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ633647。**★种名释意：***wynnii* 意为 Wynn，旨在纪念微生物学家 David Wynn-Williams，故其中文名称为韦恩氏类芽胞杆菌（N.L. gen. n. *wynnii*，of Wynn，in honour of Dr. David

Wynn-Williams，the Antarctic microbiologist who developed Mars Oasis as a research site）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 CIP 108306^{T} 分离自南极的火星绿洲土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，兼性厌氧，可运动，杆状［（0.5～0.7）μm ×（3～5）μm］，单生或成对。芽胞椭圆形或卵形，次端生，胞囊膨大。在琼脂培养基上 20℃培养 3 d 后，最大菌落直径达到 2 mm，菌落呈圆形，凸起，光滑。较小的菌落呈透明的白色；稍大的菌落呈浅橙黄色，边缘为白色，中间颜色较深，较湿润，可能会有些黏稠；菌龄大一些的菌落紧紧地黏在培养基表面。**★生理特性：**最适生长温度为 20℃，有些在 37℃能生长，但在 40℃时不生长。在肉汤培养基中 4℃培养时，7 d 内有生长。能生长的最低 pH 为 6.0～6.5，最高 pH 为 9.5～10.0，最适 pH 为 7.0～8.0。在 3%盐浓度中不生长。在脱脂牛奶培养基中不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。能水解淀粉，不能水解酪蛋白。具有固氮活性（存在 *nifH* 基因和乙炔还原）。API 20E 分析结果显示，对 ONPG 的水解可变，能还原硝酸盐。下列反应为阴性：精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸盐利用、产 H_2S 和吲哚、脲酶、色氨酸脱氨酶、V-P 反应、明胶水解。API 50CH 分析结果表明，能水解七叶苷。利用下列碳源产酸不产气：苦杏仁苷、纤维二糖、果糖、半乳糖、葡萄糖、糖原、乳糖、麦芽糖、甘露醇、D-甘露糖、D-蜜二糖、N-乙酰葡萄糖胺、D-蜜三糖、水杨苷、淀粉、蔗糖、海藻糖、D-松二糖和 D-木糖。利用下列物质产酸是可变的：L-阿拉伯糖、葡萄糖、甘油、熊果苷、菊糖、松三糖、甲基木糖、鼠李糖、核糖、山梨醇和木糖醇。利用下列物质不产酸：核糖醇、D-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-海藻糖基、L-海藻糖基、2-酮基-D-葡萄糖酸钾和 5-酮基-D-葡萄糖酸钾、D-木糖、肌醇、甲基葡萄糖苷、D-甘露糖苷、山梨糖、D-己酮糖和 L-木糖。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44.6 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcatgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggagtgattt  tgaaagcttg
61    ctttcaaaat  catttagcgg  cggacgggtg  agtaacacgt  aggcaacctg  ccccttagac
121   tgggataact  accggaaacg  gtagctaata  ccggataatt  tctttcctca  cctgaggaga
181   gaatgaaaga  cggagcaatc  tgtcactgag  ggatgggcct  gcggcgcatt  agctagttgg
241   tgaggtaacg  gctcaccaag  gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  aacggccaca
301   ctgggactga  gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat
361   gggcgaaagc  ctgacggagc  aatgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaagct
421   ctgttgccag  ggaagaacgt  ccggtagagt  aactgctayc  ggagtgacgg  tacctgagaa
481   gaaagccccg  gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtagggggc  aagcgttgtc
541   cggaattatt  gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggctattta  agtctggtgt  ttaaaccttg
601   ggctcaacct  gaggtcgcac  tggaaactgg  gtggcttgag  tacagaagag  gaaagtggaa
661   ttccacgtgt  agcggtgaaa  tgcgtagata  tgtggaggaa  caccagtggc  gaaggcgact
721   ttctgggctg  taactgacgc  tgaggcgcga  aagcgtgggg  agcaaacagg  attagatacc
781   ctggtagtcc  acgccgtaaa  cgatgagtgc  taggtgttag  gggtttcgat  acccttggtg
841   ccgaagttaa  cacagtaagc  actccgcctg  gggagtacgg  tcgcaagact  gaaactcaaa
901   ggaattgacg  gggacccgca  caagcagtgg  agtatgtggt  ttaattcgaa  gcaacgcgaa
961   gaaccttacc  aggtcttgac  atcccgatgt  aagcattaga  gatagtgccc  ctcttcggag
1021  catcggagac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt
```

1081	cccgcaacga	gcgcaaccct	tatgcttagt	tgccagcaca	ttatggtggg	cactctaagc
1141	agactgccgg	tgacaaaccg	gaggaaggtg	gggatgacgt	caaatcatca	tgccccttat
1201	gacctgggct	acacacgtac	tacaatggcc	ggtacaacgg	gctgcgaaat	cgcaaggtgg
1261	agcgaatccc	aacaaagccg	gtctcagttc	ggattgcagg	ctgcaactcg	cctgcatgaa
1321	gtcggaattg	ctagtaatcg	cggatcagca	tgccgcggtg	aatacgttcc	cgggtcttgt
1381	acacaccgcc	cgtcacacca	cgagagttta	caacacccga	agtcggtggg	gtaacccgca
1441	agggagccag	ccgccgaagg	tggggtagat	gattggggtg	aagtcgtaac	aaggtagccg
1501	tatcggaagg	tgcggctgga	tcacct			

682. *Paenibacillus xinjiangensis*（新疆类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-170。*Paenibacillus xinjiangensis* Lim et al.，2006，sp. nov.（新疆类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**B538 = DSM 16970 = KCTC 3952。**★16S rRNA 基因序列号：**AY839868。**★种名释意：***xinjiangensis* 意为模式菌株分离自我国新疆，故其中文名称为新疆类芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *xinjiangensis*，pertaining to Xinjiang in China，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $B538^T$ 分离自我国新疆土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格好氧，形成芽胞，能运动，杆状［（0.8～1.2）μm ×（2.0～3.2）μm］。在 TSB 培养基上的菌落光滑，圆形，稍不规则，稍凸起，乳白色。**★生理特性：**生长温度为 10～40℃，最适为 30～35℃。NaCl 浓度为 0～3%，最适为 0～1%。pH 为 6.5～9.8，最适为 8.0～8.5。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。不能还原硝酸盐。能水解七叶苷，不能水解酪蛋白、淀粉、吐温 20 或吐温 80、L-酪氨酸、次黄嘌呤、黄嘌呤、尿素。由下列物质产酸：葡萄糖、甘油、乳糖、鼠李糖、木糖、蔗糖、D-蜜二糖、海藻糖、麦芽糖、D-蜜三糖、D-核糖、D-甘露糖、阿拉伯糖和 D-果糖，但不能由 D-甘露醇、核糖醇和水杨苷产酸。**★化学特性：**细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 47.0 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 $B538^T$ 属于 *Paenibacillus*，与亲缘关系最近的 *Paenibacillus glycanilyticus* DS-1^T 的同源性为 98.1%，与其他种类的同源性均低于 96.5%。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 $B538^T$ 与 *P. glycanilyticus* DS-1^T 的关联度仅为 8%。16S rRNA 基因序列如下。

1	ttagagtttg	atcccctgct	caggacgaac	gctggcggcg	tgcctaatac	atgcaagtcg
61	agcggacttg	atggagtgct	tgcactcctg	atagttagcg	gcggacgggt	gagtaacacg
121	tgggtaacct	gcccataaga	ctgggataac	attcggaaac	gaatgctaat	accggatacg
181	caatttggtc	gcatggccga	rttgggaaag	gcggagcaat	ctgccactta	tggatggacc
241	tgcggtgcat	tagctagttg	gtggggtaac	ggctcaccaa	ggcgacgatg	catagccgac
301	ctgagagggt	gatcggccac	actgggactg	agacacggcc	cagactccta	cgggaggcag
361	cagtagggaa	tcttccgcaa	tggacgaaag	tctgacggag	caacgccgcg	tgagtgatga
421	aggttttcgg	atcgtaaagc	tctgttgcca	gggaagaacg	ctatggagag	taactgctcc
481	ataggtgacg	gtacctgaga	agaaagcccc	ggctaactac	gtgccagcag	ccgcggtaat
541	acgtaggggg	caagcgttgt	ccggaattat	tgggcgtaaa	gcgcgcgcag	gcggccttgt
601	aagtctgttg	tttaaactcg	gagctcaact	tcgagtcgca	atggaaactg	caaagcttga

661　gtacagaaga　ggaaagtgga　attccacgtg　tagcggtgaa　atgcgtagag　atgtggagga
721　acaccagtgg　cgaaggcgac　tttctgggct　gtaactgacg　ctgaggcgcg　aaagcgtggg
781　gagcaaacag　gattagatac　cctggtagtc　cacgccgtaa　acgatgaatg　ctaggtgtta
841　ggggtttcga　tacccttggt　gccgaagtta　acacattaag　cattccgcct　ggggagtacg
901　gtcgcaagac　tgaaactcaa　aggaattgac　ggggacccgc　acaagcagtg　gagtatgtgg
961　tttaattcga　agcaacgcga　agaaccttac　caggtcttga　catccctctg　accgtcctag
1021　agataggact　ttccttcggg　acagaggaga　caggtggtgc　atggttgtcg　tcagctcgtg
1081　tcgtgagatg　ttgggttaag　tcccgcaacg　agcgcaaccc　ttgatcttag　ttgccagcac
1141　tttgggtggg　cactctagga　tgactgccgg　tgacaaaccg　gaggaaggtg　gggatgacgt
1201　caaatcatca　tgccccttat　gacctgggct　acacacgtac　tacaatggcc　gatacaacgg
1261　gtcgcgaaac　cgcgaggtgg　agccaatccc　arcaaagtcg　gtctcagttc　ggattgcagg
1321　ctgcaactcg　cctgcatgaa　gtcggaattg　ctagtaatcg　cggatcagca　tgccgcggtg
1381　aatacgttcc　cgggtcttgt　acacaccgcc　cgtcacacca　cgagagttta　caacacccga
1441　agccggtggg　gtaaccgcaa　ggagccagcc　gtcgaaggtg　gggtagatga　ttggggtgaa
1501　gtcgtaacaa　ggtaaccagg　g

683. *Paenibacillus xylanexedens*（食木糖类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-171。*Paenibacillus xylanexedens* Nelson et al.，2009，sp. nov.（食木糖类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**B22a = DSM 21292 = NRRL B-51090。**★16S rRNA 基因序列号：**EU558281。**★种名释意：***xylanexedens* 中 *xylanum* 为木聚糖之意，*exedere* 为吃之意，故其中文名称为食木糖类芽胞杆菌（N.L. n. *xylanum*，xylan；L. v. *exedere*，to eat up，utilize；N.L. part. adj. *xylanexedens*，xylan-utilizing）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 B22a^T 分离自美国阿拉斯加州的苔原。**★形态特征：**细胞杆状，好氧或厌氧，以周生鞭毛运动。**★生理特性：**生长温度为 13～32℃，最适为 23℃。pH 为 5.7～8.8，最适为 6.0。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性，硝酸盐能被还原为亚硝酸盐。葡萄糖发酵的终产物为乙酸。产 3-羟基丁酮的活性可变。能利用下列物质作为唯一碳源：腺苷酸、α-环糊精、β-环糊精、糊精、苦杏仁苷、熊果苷、D-纤维素、D-果糖、D-半乳糖、苦杏仁糖、α-D-葡萄糖、乳糖、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露糖、D-甘露醇、蜜二糖、甲基-α-D-半乳糖苷、甲基-β-D-半乳糖苷、3-甲基-D-葡萄糖、甲基-β-D-葡萄糖苷、异麦芽酮糖、D-阿洛酮糖、棉籽糖、水杨苷、水苏糖、蔗糖、海藻糖、松二糖、丙酮酸、甘油、肌醇、糖原、丙酮酸甲酯和尿苷。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 46.4 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 A10b^T 和 B22a^T 属于 *Paenibacillus*，与亲缘关系最近的 *Paenibacillus amylolyticus* NRRL NRS-290^T 的同源性均高达 98.9%～99.1%。但是，DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 A10b^T 与 *P. amylolyticus* NRRL NRS-290^T（4.3%）、菌株 B22a^T 与 *P. amylolyticus* NRRL NRS-290^T（48.8%），以及菌株 A10b^T 和 B22a^T（11.0%）的关联度均很低。因此，菌株 A10b^T 和 B22a^T 代表 *Paenibacillus* 的两个新种，分别命名为 *Paenibacillus tundrae* sp. nov.（A10b^T）和 *Paenibacillus xylanexedens* sp. nov.（B22a^T）。16S rRNA 基因序列如下。

1　agagtttgat　catggctcag　gacgaacgct　ggcggcatgc　ctaatacatg　caagtcgagc

```
61     ggagtggata  ggaagcttgc  ttccttgata  cttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag
121    gcaacctgcc  ctcaagtttg  ggacaactac  cggaaacggt  agctaatacc  gaataattgt
181    tttcttcgcc  tgaaggaaac  tggaaagacg  gagcaatctg  tcacttgggg  atgggcctgc
241    ggcgcattag  ctagttggtg  aggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg
301    agagggtgat  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag
361    tagggaatct  tccgcaatgg  gcgaaagcct  gacggagcaa  tgccgcgtga  gtgatgaagg
421    ttttcggatc  gtaaagctct  gttgccaggg  aagaacgctt  gggagagtaa  ctgctctcaa
481    ggtgacggta  cctgagaaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
541    tagggggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtcatttaag
601    tctggtgttt  aatcccgggg  ctcaaccccg  gatcgcactg  gaaactgggt  gacttgagtg
661    cagaagagga  gagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagatatg  tggaggaaca
721    ccagtggcga  aggcgactct  ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag
781    caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  ggtgttaggg
841    gtttcgatac  ccttggtgcc  gaagttaaca  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggtc
901    gcaagactga  aactcaaagg  aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt
961    aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  ccctctgatc  gatgcagaga
1021   tgtatctttc  cttcgggaca  gaggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1081   tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaaccctta  tatttagttg  ccagcatttc
1141   ggatgggcac  tctagataga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa
1201   atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtactac  aatggccggt  acaacgggct
1261   gcgaaatcgc  gagatggagc  caatcccaac  aaagccggtc  tcagttcgga  ttgcaggctg
1321   caactcgcct  gcatgaagtc  ggaattgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat
1381   acgttcccgg  gtcttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttataa  cacccgaagt
1441   cggtggggta  accgcaagga  gccagccgcc  gaaggtggga  tagatgattg  gggtgaagtc
1501   gtaacaaggt  aacc
```

684. *Paenibacillus xylaniclasticus*（裂解木聚糖类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-172。*Paenibacillus xylaniclasticus* Tachaapaikoon et al.，2012，sp. nov.（裂解木聚糖类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**TW1 = NBRC 106381 = KCTC 13719 = TISTR 1914。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ532373。**★种名释意：***xylaniclasticus* 中 *xylanum* 为木聚糖之意，*clasticus* 为裂解之意，故其中文名称为裂解木聚糖类芽胞杆菌（xy.la.ni.clas'ti.cus. N.L. neut. n. *xylanum*，xylan；N.L. adj. *clasticus-a-um*；Gr. adj. *klastos-ê-on*，broken in pieces，breaking；N.L. masc. adj. *xylaniclasticus*，xylan-breaking）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $TW1^T$ 分离自菠萝废弃物的厌氧处理器的活性淤泥。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［(0.5～0.8) μm × (1.4～2.3) μm］，单生或成对，芽胞端生，不运动。当在无机盐肉汤或者琼脂培养基中培养时会产棕黑色色素。在 MS 培养基红培养 3 d 后的菌落白色或浅褐色，不规则的波浪边缘，直径为 1.0～2.0 mm。**★生理特性：**生长温度为 30～50℃，最适为 37℃，在 55℃时不生长。pH 为 6.0～7.5，最适 pH 7.0。在盐浓度为 2%时不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶、甲基红和 V-P 反应为阴性。不能水解 DNA、酪蛋白、酪氨酸、吐温 80，能水解淀粉。不能还原硝酸盐。API 20E 分析结果显示，不产吲哚、H_2S 和 3-羟基丁酮。不能利用柠檬酸盐。

下列酶活性为阴性：精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶和明胶酶。API 50CH 结果表明，由下列碳源产酸：D-核糖醇、七叶苷、苦杏仁苷、阿拉伯糖、纤维二糖、赤藓糖醇、L-海藻糖、半乳糖、葡萄糖、糊精、肌醇、D-乳糖、D-麦芽糖、D-甘露糖、D-蜜二糖、鼠李糖、核糖、水杨苷、淀粉、甲基-β-D-木糖苷、D-木糖。不能由下列物质产酸：N-乙酰葡萄糖胺、D-阿拉伯糖、阿糖醇、熊果苷、L-阿糖醇、半乳糖醇、D-果糖、D-岩藻糖、甘油、糖原、菊糖、D-木糖、D-甘露醇、D-松三糖、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾、5-酮基葡萄糖酸钾、棉籽糖、山梨醇、山梨糖、D-己酮糖、D-蔗糖、D-岩藻糖、木糖醇、L-木糖。能产生木聚糖和纤维素降解相关的酶包括：木聚糖酶、α-L-呋喃阿拉伯糖苷酶、β-木糖苷酶、羧甲基纤维素酶、结晶纤维素酶、β-葡萄糖苷酶、β-半乳糖苷酶和纤维二糖水解酶。API 20NE 结果显示，能水解七叶苷；能利用 D-葡萄糖、D-麦芽糖、阿拉伯糖、甘露糖；不能利用 D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、葡萄糖酸钾、癸酸盐、己二酸、苹果酸盐、柠檬酸钠和苯乙酸。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。极性磷脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油、一种未知的氨磷脂和一种未知的磷脂。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 49.5 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 TW1^T 属于 *Paenibacillus*，与亲缘关系最近的 *Paenibacillus cellulosilyticus* LMG 22232^T、*P. curdlanolyticus* KCTC 3759^T 和 *P. kobensis* KCTC 3761^T 的同源性分别为 97.7%、97.5%和 97.3%。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 TW1^T 与 *P. cellulosilyticus* LMG 22232^T、*P. curdlanolyticus* KCTC 3759^T 和 *P. kobensis* KCTC 3761^T 的关联度分别为 18.6%、18.3%和 18.0%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    ggacttgatg  gagtgcttgc  actcctgaga  gttagcggcg  gacgggtgag  taacgcgtag
121   gcaacctgcc  cgtaagactg  ggataacatt  cggaaacgaa  tgctaatacc  agatacgcga
181   tttcctcgca  tgggggagtc  gggaaagatg  gagcaatcta  tcacttacgg  atgggcctgc
241   ggcgcattag  ctagttggtg  gggtaacggc  ctaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg
301   agagggtgat  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag
361   tagggaatct  tccgcaatgg  acgcaagtct  gacggagcaa  cgccgcgtga  gtgaagaagg
421   ctttcgggtc  gtaaagctct  gttgccaggg  gagaacgctt  gggagagtaa  ctgctcccaa
481   ggtgacggta  cctgagaaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
541   tagggggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gctttgtgag
601   tctgtcgttt  aagttcgggg  ctcaaccccg  tatcgcgatg  gaaactgcaa  ggcttgagtg
661   cagaagagga  aagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca
721   ccagtggcga  aggcgacttt  ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag
781   caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  ggtgttaggg
841   gtttcaatac  ccttggtgcc  gaagttaaca  cattaagcat  tccgcctggg  gagtacgctc
901   gcaagagtga  aactcaaagg  aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt
961   aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  ccctctgacc  gctctagaga
1021  tagggcttcc  cttcggggca  gaggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1081  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  attttagttg  ccagcatttc
1141  ggatgggcac  tctagaatga  ctgccggtga  caaaccggag  gaaggcgggg  atgacgtcaa
1201  atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtactac  aatggccggt  acaacgggca
```

1261 gcgaaggagc gatctggagc gaatcctata aagccagtct cagttcggat tgcaggctgc
1321 aacccgcctg catgaagtcg gaattgctag taatcgcgga tcagcatgcc gcggtgaata
1381 cgttcccggg tcttgtacac accgcccgtc acaccacgag agtttacaac acccgaaacc
1441 ggtggggtaa ccgcaaggag ccagccgtcg aaggtggggt agatgattgg ggtgaagtcg
1501 taacaaggta acc

685. *Paenibacillus xylanilyticus*（解木聚糖类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-173。*Paenibacillus xylanilyticus* Rivas et al.，2005，sp. nov.（解木聚糖类芽胞杆菌）。★**模式菌株：**XIL14 = CECT 5839 = LMG 21957。★**16S rRNA 基因序列号：**AY427832。★**种名释意：***xylanilyticus* 中 *xylanum* 为木聚糖之意，*lutikos* 为降解之意，故其中文名称为解木聚糖类芽胞杆菌（N.L. neut. n. *xylanum*，xylan；Gr. masc. adj. *lutikos*，able to loosen，dissolving；N.L. masc. adj. *xylanilyticus*，xylan-dissolving）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 XIL14^T 于西班牙萨拉曼卡大学的实验室中从暴露在空气中的含有木聚糖的琼脂培养基中分离。★**形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［（1.5～1.55）μm ×（3.9～4.0）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，次端生，胞囊膨大。在 YNBX 培养基中 37℃培养 48 h 的菌落呈圆形，凸起，淡黄色，不透明，直径为 1～3 mm。★**生理特性：**最适生长温度为 37℃，最适 pH 为 7。★**生化特性：**氧化酶为阴性，过氧化氢酶为阳性。利用葡萄糖时不产气。由下列物质产酸：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、N-乙酰葡萄糖胺、蔗糖、D-甘露糖、鼠李糖、蜜二糖、麦芽糖、木糖和甘露醇。能利用木聚糖作为唯一碳源。能利用肌醇、山梨醇、柠檬酸、丙酸酯、己二酸、癸酸、苹果酸或苯乙酸作为唯一碳源。能产生木聚糖酶、明胶酶、淀粉酶和β-半乳糖苷酶，但不能产生脲酶、酪蛋白酶、苯丙氨酸、赖氨酸脱羧酶、D-鸟氨酸脱羧酶、精氨酸双水解酶、色氨酸酶、酪氨酸酶。不产吲哚、二羟基丙酮、H_2S 或 3-羟基丁酮。能还原硝酸盐。★**化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 50.5 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 XIL14^T 属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus illinoisensis* JCM 9907^T（99.3%）和 *Paenibacillus pabuli* DSM 3036^T（98%）的亲缘关系最近。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 XIL14^T 与 *P. illinoisensis* JCM 9907^T 和 *Pabuli* DSM 3036^T 的关联度分别为 43.3%和 36.3%。16S rRNA 基因序列如下。

1 tagagtttga tcctggctca ggacgaacgc tggcggcatg cctaatacat gcaagtcgag
61 cggacttgat gagaagcttg cttctctgat ggttagcggc ggacgggtga gtaacacgta
121 ggcaacctgc cctcaagctt gggacaacta ccggaaacgg tagctaatac cgaatacttg
181 cttctttcgc ctgaaggaag ctggaaagac ggagcaatct gtcacttgag gatgggcctg
241 cggcgcatta gctagttggt gaggtaacgg ctcaccaagg cgacgatgcg tagccgacct
301 gagagggtga tcggccacac tgggactgag acacggccca gactcctacg ggaggcagca
361 gtagggaatc ttccgcaatg ggcgaaagcc tgacggagca atgccgcgtg agtgatgaag
421 gttttcggat cgtaaagctc tgttgccagg gaagaacgtc cttgagagta actgctcaag
481 gagtgacggt acctgagaag aaagccccgg ctaactacgt gccagcagcc gcggtaatac
541 gtagggggca agcgttgtcc ggaattattg ggcgtaaagc gcgcgcaggc ggtcatttaa
601 gtctggtgtt taatcccggg gctcaacccc ggatcgcact ggaaactggg tgacttgagt
661 gcagaagagg agagtggaat tccacgtgta gcggtgaaat gcgtagatat gtggaggaac

```
721   accagtggcg  aaggcgactc  tctgggctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga
781   gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aggtgttagg
841   ggtttcgata  cccttggtgc  cgaagttaac  acattaagca  ctccgcctgg  ggagtacggt
901   cgcaagactg  aaactcaaag  gaattgacgg  ggacccgcac  aagcagtgga  gtatgtggtt
961   taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca  tccctctgac  cggtacagag
1021  atgtaccttt  ccttcgggac  agaggagaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc
1081  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccagcactt
1141  cgggtgggca  ctctaaggtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca
1201  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtacta  caatggccgg  tacaacgggc
1261  tgtgaagccg  cgaggtggaa  cgaatcctaa  aaagccggtc  tcagttcgga  ttgcaggctg
1321  caactcgcct  gcatgaagtc  ggaattgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat
1381  acgttcccgg  gtcttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttataa  cacccgaagt
1441  cggtggggta  accgcaagga  gccagccgcc  gaaggtggga  tagatgattg  gggtgaagtc
1501  gtaacaaggt  agccgtatcg  gaaggtgtgg  atggatcacc  tcctta
```

686. *Paenibacillus xylanisolvens*（溶木聚糖类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-174。*Paenibacillus xylanisolvens* Khianngam et al.，2011，sp. nov.（溶木聚糖类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**X11-1 = KCTC 13042 = PCU 311 = TISTR 1829。**★16S rRNA 基因序列号：**AB495094。**★种名释意：***xylanisolvens* 中 *xylanum* 为木聚糖之意，*solvens* 为溶解、降解之意，故其中文名称为溶木聚糖类芽胞杆菌（N.L. n. *xylanum*，xylan；L. part. adj. *solvens*，dissolving；N.L. part. adj. *xylanisolvens*，xylan-dissolving）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 X11-1^T 从泰国的土壤中分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［（0.4～0.8）μm×（1.5～3.0）μm］。芽胞中生或次端生，胞囊膨大。在 C 琼脂培养基上生长 2 d 的菌落直径为 1～5 mm，圆形，平坦，白色不透明。**★生理特性：**生长 pH 为 6～9，最适 pH 7～8，但在 pH 5 时不生长。生长温度为 15～50℃，最适为 30～37℃，但在 10℃、55℃、60℃时不生长。在 3%盐浓度中生长较弱，但在 5%盐浓度时不生长。在缺氧环境下能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性，能还原硝酸盐。甲基红和 V-P 反应为阴性，不能利用柠檬酸盐，不产 H_2S 和吲哚。能水解七叶苷（弱）、酪蛋白、吐温 80、尿素、木聚糖，能利用 D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露醇和 D-甘露糖。不能发酵葡萄糖。不能水解 L-精氨酸、DNA、明胶、淀粉、L-酪氨酸、β-D-半乳糖醇。不能利用 N-乙酰葡萄糖胺、阿拉伯糖、脂肪酸、癸酸、葡萄糖酸钾。由下列物质产酸：七叶苷、D-阿拉伯糖、阿糖醇、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、甘油、D-木糖、麦芽糖、D-甘露醇、D-甘露糖、核糖、蔗糖、海藻糖、松二糖和木糖。不能利用下列物质产酸：N-乙酰基葡萄糖、D-核糖醇、苦杏仁糖、阿拉伯糖、L-阿糖醇、熊果苷、纤维二糖、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-海藻糖或 L-海藻糖、苦杏仁糖、葡萄糖、糖原、肌醇、菊糖、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸、α-吡喃甘露糖苷、乳糖、蜜二糖、松三糖、鼠李糖、棉籽糖、水杨苷、山梨醇、山梨糖、D-己酮糖、淀粉、木糖醇、β-吡喃木糖苷或 L-木糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$，细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸、主要的磷脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰单甲基乙醇胺、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰甘油。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.6 mol%。基

于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 XIL14^{T}属于 *Paenibacillus*，与亲缘关系最近的 *Paenibacillus naphthalenovorans* KACC 11505^{T}和 *Paenibacillus validus* CCM 3894^{T}的同源性均为 96.5%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag  cggatttacc  cttcggggta  agttagcggc
61    ggacgggtga  gtaacacgta  ggcaacctgc  ctgtaagatc  gggataacta  ccggaaacgg
121   tagctaagac  cggataggtg  gtttcttcgc  atgaagagat  caagaaacac  ggggcaacct
181   gtggcttaca  gatgggcctg  cggcgcatta  gctagttggt  ggggtaacgg  cccaccaagg
241   cgacgatgcg  tagccgacct  gagagggtga  tcggccacac  tgggactgag  acacggccca
301   gactcctacg  ggaggcagca  gtagggaatc  ttccgcaatg  gacgcaagtc  tgacggagca
361   acgccgcgtg  agtgatgaag  gttttcggat  cgtaaagctc  tgttgccaag  gaagaacgcc
421   tcggagagta  actgctccgg  gggtgacggt  acttgagaag  aaagccccgg  ctaactacgt
481   gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg  ggcgtaaagc
541   gcgcgcaggc  ggccgcttaa  gtttggtgtt  taagcccggg  gctcaacccc  ggttcgcacc
601   gaaaactggg  cggcttgagt  gcaggagagg  aaagcggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat
661   gcgtagagat  gtggaggaac  accagtggcg  aaggcggctt  tctggactgt  aactgacgct
721   gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac
781   gatgagtgct  aggtgttagg  ggtttcgata  cccttggtgc  cgaagtaaac  acaataagca
841   ctccgcctgg  ggagtacgct  cgcaagagtg  aaactcaaag  gaattgacgg  ggacccgcac
901   aagcagtgga  gtatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca  ggtcttgaca
961   tcccgatgaa  agccatagag  atatggcccc  tcttcggagc  attggagaca  ggtggtgcat
1021  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt
1081  gaacttagtt  gccagcatta  agttgggcac  tctaagttga  ctgccggtga  caaaccggag
1141  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtactac
1201  aatggccggt  acaacgggaa  gcgaagccgc  gaggcggagc  gaatctttat  aagccggtct
1261  cagttcggat  tgcaggctgc  aactcgcctg  catgaagtcg  gaattgctag  taatcgcgga
1321  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg  tcttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag
1381  agtttacaac  acccgaagtc  ggtggggtaa  ccgcaaggag  ccagccgccg  aaggtggggt
1441  agatgattgg  ggtgaagtcg  taacaaggt
```

687. *Paenibacillus yonginensis*（龙仁类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-175。*Paenibacillus yonginensis* Sukweenadhi et al.，2014，sp. nov.（龙仁类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DCY84 = KCTC33428 = JCM 19885。**★16S rRNA 基因序列号：**KF915796。**★种名释意：***yonginensis* 意为模式菌株分离自韩国京畿道龙仁市，故其中文名称为龙仁类芽胞杆菌（yon.gi.nen′sis. N.L. masc. adj. *yonginensis* of or belonging to Yongin，Korea，from where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DCY84^{T}分离自韩国京畿道龙仁市森林的腐殖质土壤中。**★形态特征：**细胞革兰氏染色阳性，好氧，形成芽胞，以周生鞭毛运动，杆状［（0.7～0.9）μm ×（3.4～4.7）μm］。在 TSA 培养基上 30℃生长 48 h 的菌落白色，圆形，光滑，凸起，直径为 2～5 mm，无色素，边缘整齐。**★生理特性：**能在 LB、R2A 和 NA 培养基上生长，但不能在 PDA 和 MacConkey 琼脂上生长。在 TSA 培养基中，生长温度为 15～40℃，pH 为 5～9，NaCl 浓度为 0.5%～4.5%；最适生长条件 30℃、pH 8 和 0.5% NaCl。

★生化特性：不能水解酪蛋白和 DNA 琼脂，能水解淀粉、吐温 20、吐温 80、明胶和七叶苷。硝酸盐还原、氧化酶和产 H_2S 为阴性，但过氧化氢酶、产吲哚和 3-羟基丁酮为阳性。能利用下列物质作为唯一碳源：D-木糖、D-核糖、D-松二糖、D-甘露醇、D-苦杏仁苷、D-纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、D-麦芽糖、D-蜜二糖、D-棉籽糖、D-岩藻糖、D-乳糖、L-阿拉伯糖、蔗糖和 N-乙酰-D-葡萄糖胺。不能利用下列物质作为唯一碳源：D-松三糖、D-来苏糖、D-阿糖醇、D-岩藻糖、D-山梨醇、D-核糖醇、D-阿拉伯糖、D-己酮糖、L-岩藻糖、L-阿糖醇、L-木糖、L-山梨糖和 L-鼠李糖。下列酶活性为阳性：甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷酶、甲基-β-D-吡喃葡萄糖苷酶、N-乙酰氨基葡萄糖苷酶、色氨酸脱氨酶、α-葡萄糖苷酶、α-半乳糖苷酶、α-胰凝乳蛋白酶、β-葡萄糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-吡喃半乳糖苷酶、亮氨酸芳基酰胺酶、丙氨酸芳基酰胺酶、酪氨酸芳基酰胺酶、L-天冬氨酸芳基酰胺酶、L-吡咯烷酮芳基酰胺酶、N-乙酰-D-氨基葡萄糖苷酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶（弱）、甲基 β-D-吡喃木糖苷酶（弱）和 α-岩藻糖苷酶（弱）。下列酶活性为阴性：甲基-α-D-吡喃甘露糖苷酶、酯酶（C14）、N-端外切三肽酶、α-甘露糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、脲酶、胰蛋白酶、精氨酸双水解酶、碱性磷酸酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、L-脯氨酸芳基酰胺酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、酸性磷酸酶、磷脂酰肌醇、磷脂酶 C。能利用熊果苷、苦杏仁糖、水杨苷、环糊精和柠檬酸，但不能利用菊糖、糖原、葡萄糖酸钾、半乳糖醇、木糖醇、甘油、赤藓糖醇、肌醇、支链淀粉、2-酮基葡萄糖酸钾、5-酮基葡萄糖酸钾和 L-乳酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为磷脂酰乙醇胺、一种未知的氨基磷脂、两种未知的氨脂质和一种未知的极性脂。主要脂肪酸为支链 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要多胺为亚精胺。细胞壁的糖类为核糖、半乳糖和木糖。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 62.6 mol%。16S rRNA 基因序列的系统发育分析表明，菌株 DCY84^{T} 与 *P. barengoltzii* KACC 15270^{T}、*P. timonensis* KACC 11491^{T} 和 *P. phoenicis* NBRC 106274^{T} 的同源性分别为 96.86%、96.49%和 95.77%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tttgattcgc  tcaggacgaa  cgctggcggc  gtgcctaata  catgcaagtc  gagcggagtg
61    gatcgggagc  ttgctcctga  tccacttagc  ggcggacggg  tgagtaacac  gtaggcaacc
121   tgcctgcaag  actgggataa  ctaccggaaa  cggtagctaa  taccggatac  gcaagagagt
181   cgcatgactt  tcttgggaaa  gacggagcaa  tctgtcactt  gcggatgggc  ctgcggcgca
241   ttagctagtt  ggtgaggtaa  cggctcacca  aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg
301   tgaacggcca  cactgggact  gagacacggc  ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga
361   atcttccgca  atggacgaaa  gtctgacgga  gcaacgccgc  gtgagtgatg  aaggttttcg
421   gatcgtaaag  ctctgttgcc  agggaagaac  gtcgggtaga  gtaactgcta  tccgagtgac
481   ggtacctgag  aagaaagccc  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtagggg
541   gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggtcatt  taagtctggt
601   gtataatccc  ggggctcaac  tccgggtcgc  actggaaact  gggtgacttg  agtgcagaag
661   aggaaagtgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg  aacaccagtg
721   gcgaaggcga  ctttctgggc  tgtaactgac  gctgaggcgc  gaaagcgtgg  ggagccaaac
781   aggattagat  accctggta   gtccacgccg  taaacgatga  atgctaggtg  ttaggggttt
841   ccgataccct  ttggtgccga  agttaacaca  ttaagcattc  cgcctgggga  gtacggtcgc
901   aagactgaaa  ctcaaaggaa  ttgacgggga  cccgcacaag  cagtggagta  tgtggtttaa
```

961　ttcgaagcaa　cgcgaagaac　cttaccaggt　cttgacatcc　ccctgaccgg　tctagagata
1021　ggcctttcct　tcgggacagg　ggagacaggt　ggtgcatggt　tgtcgtcagc　tcgtgtcgtg
1081　agatgttggg　ttaagtcccg　caacgagcgc　aacccttgac　tttagttgcc　agcaggtaaa
1141　gctgggcact　ctagagtgac　tgccggtgac　aaaccggagg　aaggtgggga　tgacgtcaaa
1201　tcatcatgcc　ccttatgacc　tgggctacac　acgtactaca　atggccggta　caacgggaag
1261　cgaaggagcg　atctggagcg　aatctttaga　agccggtctc　agttcggatt　gcaggctgca
1321　actcgcctgc　atgaagtcgg　aattgctagt　aatcgcggat　cagcatgccg　cggtgaatac
1381　gttcccgggg　tcttgtacac　accgcccgtc　acaccacgag　agtttacaac　acccgaagtc
1441　ggtgggggta　cccgcaagga　gccgccgcca　agtg

688. *Paenibacillus zanthoxyli*（野花椒类芽胞杆菌）

【种类编号】3-57-176。*Paenibacillus zanthoxyli* Ma et al.，2007，sp. nov.（野花椒类芽胞杆菌）。**★模式菌株：**JH29 = CCBAU 10243 = DSM 18202。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ471303。**★种名释意：***zanthoxyli* 意为模式菌株分离自野花椒根际土壤，故其中文名称为野花椒类芽胞杆菌（N.L. gen. n. *zanthoxyli*，of *Zanthoxylum*，referring to the plant *Zanthoxylum simulans*，the source of the rhizosphere soil from which the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $JH29^T$ 分离自我国北京的野花椒根际土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，能运动，直杆状［（0.35～0.4）μm ×（4.0～4.8）μm］。芽胞椭圆形，端生或次端生，胞囊膨大。在 NA 培养基上的菌落呈圆形，凸起，有光泽，边缘整齐。**★生理特性：**生长 pH 为 4.2～10.0，温度为 4～37℃时能生长。在 NaCl 浓度为 3%（w/v）时能生长，但在 0.001%（w/v）的溶菌酶中不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶、V-P 反应、甲基红试验为阳性，氧化酶为阴性。根据 *nifH* 基因和乙炔还原，可检测到所有菌株均具有固氮活性。利用下列碳源不产酸不产气：葡萄糖、蔗糖、乳糖、果糖、甘油、山梨醇、麦芽糖、木糖、琥珀酸钠、柠檬酸钠、甘氨酸和 L-天冬氨酸。不水解明胶、酪蛋白和淀粉。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.2 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，5 个菌株均属于 *Paenibacillus*，与 *Paenibacillus azotofixans* ATCC 35681^T（97.8%～98.5%）和 *Paenibacillus stellifer* DSM 14472^T（95.4%～96.3%）的亲缘关系最近。DNA-DNA 杂交实验表明，5 个菌株与 *P. azotofixans* ATCC 35681^T 的关联度为 45.50%～47.45%。16S rRNA 基因序列如下。

1　agagtttgat　cctggctcag　aacgaacgct　ggcggcgtgc　ctaatacatg　caagtcgagc
61　ggacttgatg　gagtgcttgc　actcctgatc　gttagcggcg　gacgggtgag　taacacgtag
121　gcaacctgcc　ccttggactg　ggataactac　cggaaacggt　agctaatacc　ggataattcc
181　tcttagttcc　tgctaagagg　ctgaaaggcg　gagcaatctg　tcaccaaggg　atgggcctgc
241　ggcgcattag　ctagttggtg　gggtaacggc　ttaccaaggc　gacgatgcgt　agccgacctg
301　agagggtgaa　cggccacact　gggactgaga　cacggcccag　actcctacgg　gaggcagcag
361　tagggaatct　tccgcaatgg　gcgaaagcct　gacggagcaa　cgccgcgtga　gtgatgaagg
421　ttttcggatc　gtaaagctct　gttgccaggg　aagaacgttc　ttaagagtaa　ctgcttaagg
481　agtgacggta　cctgagaaga　aagccccggc　taactacgtg　ccagcagccg　cggtaatacg

```
541   tagggggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gctgtttaag
601   tctggtgttt  aaaccatggg  ctcaacctgt  ggtcgcactg  gaaactgggc  agcttgagtg
661   cagaagagga  aagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca
721   ccagtggcga  aggcgacttt  ctgggctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag
781   caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  ggtgttaggg
841   gtttcgatac  ccttggtgcc  gaagttaaca  cagtaagcac  tccgcctggg  gagtacggtc
901   gcaagactga  aactcaaagg  aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt
961   aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  ccctctgatc  ggattagaga
1021  tagtcctttc  cttcgggaca  gaggagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1081  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcgacgagc  gcaacccttg  actttagttg  ccagcaggta
1141  gagctgggca  ctctagagtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca
1201  aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtacta  caatggccgg  tacaacggga
1261  agcgaagccg  cgaggcggag  cgaatcttct  aaagccggtc  tcagttcgga  ttgcaggctg
1321  caactcgcct  gcatgaagtc  ggaattgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat
1381  acgttcccgg  gtcttgtaca  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttacaa  cacccgaagt
1441  cggtggggta  acccttacgg  gagccagccg  ccgaaggtgg  ggtagatgat  tggggtgaag
1501  tcgtaacaag  gtagccgta
```

五十八、解硫胺素芽胞杆菌属（*Aneurinibacillus*）

【属特征描述】营养细胞革兰氏阳性，杆状［（0.7～0.9）μm ×（3.0～5.0）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 NA 培养基上的菌落扁平，光滑，灰白色-浅黄色，无可溶性色素。生长温度为 20～50℃，最适 37℃；pH 为 5.0～9.0，最适 pH 7.0；在含 2% NaCl 及 0.001%溶菌酶时可以生长，但生长被 5% NaCl 抑制；在含 0.02%叠氮化钠时的生长情况可变。过氧化氢酶为阳性（模式种为弱阳性），氧化酶可变。V-P 反应（产 3-羟基丁酮）为阴性，pH 高于 7.0。不产二羟基丙酮、H_2S 和吲哚。硝酸盐被还原为亚硝酸盐。不能水解酪蛋白、明胶、淀粉、吐温 20、吐温 40、吐温 60、吐温 80、尿素、马尿酸和酪氨酸，水解 DNA 的活性可变。可通过硫胺素水解酶降解硫胺素。苯丙氨酸脱氨酶为阳性。不能利用柠檬酸、丙酸、藻酸、葡萄糖酸、丙二酸和酒石酸，能利用乙酸、甲酸、乳酸、琥珀酸、L-谷氨酸、L-天冬氨酸、L-苹果酸和 α-酮戊二酸。不能利用硝酸盐，铵盐利用活性可变。卵黄反应为阳性。石蕊牛奶能被降解和碱化。由下列物质产酸活性可变，但不产气：D-果糖、蔗糖、海藻糖、D-核糖、甘油、D-山梨醇和 L-山梨糖。不能由下列物质产酸或产气：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-半乳糖、麦芽糖、乳糖、D-木糖、甘露醇、D-纤维二糖、水杨苷、D-甘露糖、蜜二糖、L-鼠李糖、棉籽糖、肌醇、赤藓糖醇、核糖醇和淀粉。存在一种特异的 S-层蛋白质。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。DNA 的 G+C 含量为 41.1 mol%～43.4 mol%。属内的 16S rRNA 基因（扩增引物为 ANEU506F 和 1377R）序列同源性为 98.6%。模式种为 *Aneurinibacillus aneurinilyticus*。★**属名释意：***Aneurinibacillus* 中 *aneurinum* 为硫胺素之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为解硫胺素芽胞杆菌属（N.L. n. *aneurinum*，thiamine；L. dim. n. *bacillus*，small rod；N.L. masc. n. *Aneurinibacillus*，thiamine- decomposing

small rod）。

689. *Aneurinibacillus aneurinilyticus*（解硫胺素解硫胺素芽胞杆菌）

【种类编号】3-58-1。*Aneurinibacillus aneurinilyticus* corrig.（Shida et al.，1994）Shida et al.，1996，comb. nov.（解硫胺素解硫胺素芽胞杆菌）= *Bacillus aneurinilyticus* corrig.（ex Kimura and Aoyama，1952）Shida et al.，1994，sp. nov.，nom. rev.。**★模式菌株：**ATCC 12856 = CIP 104007 = DSM 5562 = IAM 1077 = IFO（now NBRC）15521= JCM 9024 = LMG 15531 = LMG 16001 = NRRL NRS-1589。**★16S rRNA 基因序列号：**X94194。**种名释意：***aneurinilyticus* 中 *aneurinum* 为硫胺素之意，*lyticus* 为降解之意，故其中文名称为解硫胺素解硫胺素芽胞杆菌[N.L. n. *aneurinum*，thiamine；N.L. adj. *lyticus*（from Gr. adj. *lutikos*），able to dissolve；N.L. masc. adj. *aneurinilyticus*，decomposing thiamine]。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株的来源不详，但该种在全球广泛分布。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，杆状［（0.7～0.9）μm×（3.0～5.0）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。菌落光滑、黄灰色，在营养琼脂培养基上无可溶性色素产生。**★生理特性：**生长温度为 20～50℃，最适为 37℃。pH 为 5.0～9.0，最适 pH 7.0。在 2% NaCl 和 0.001% 溶菌酶中可生长，在 0.02%叠氮化钠中的生长可变。在 5% NaCl 中生长被抑制。**★生化特性：**不产二羟基丙酮、H_2S 和吲哚。硝酸盐被还原成亚硝酸盐。不能水解酪蛋白、明胶、淀粉、吐温 20、吐温 40、吐温 60、吐温 80、尿素和马尿酸盐。DNA 的水解可变。可分解酪氨酸。通过硫胺素水解酶降解硫胺素。苯丙氨酸脱氨酶为阳性。不能利用柠檬酸盐、丙酸盐、藻酸盐、葡萄糖酸盐、丙二酸盐、酒石酸盐。利用乙酸盐、乳酸盐、琥珀酸盐、L-谷氨酸、L-天冬氨酸、L-苹果酸和 α-酮戊二酸是可变的。不利用硝酸盐，利用铵盐是可变的。卵黄反应是阳性。石蕊牛奶被降解和碱化。由下列物质产酸活性可变，但不产气：D-果糖、蔗糖、海藻糖、D-核糖、甘油、D-山梨醇和 L-山梨糖。不能由下列物质产酸或产气：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-半乳糖、麦芽糖、乳糖、D-木糖、甘露醇、D-纤维二糖、水杨苷、D-甘露糖、蜜二糖、L-鼠李糖、棉籽糖、肌醇、赤藓糖醇、核糖醇和淀粉。存在特异的 S-层蛋白质。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.1 mol%～43.4 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     aggacgaacg  ctggcggcgt  gcctaataca  tgcaagtcga  gcggaccaaa  gaagagcttg
61    ctcttcggcg  gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag  gcaacctgcc  tgtacgactg
121   ggataactcc  gggaaaccgg  agctaatacc  ggatacgttt  ttcagaccgc  atggtctgaa
181   agagaaagac  ctttggtcac  gtacagatgg  gcctgcggcg  cattagctag  ttggtggggt
241   aacggcctac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga
301   ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg  caatggacga
361   aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgaacga  tgaaggtttt  cggatcgtaa  agttctgttg
421   ttagggaaga  accgccggga  tgacctcccg  gtctgacggt  acctaacgag  aaagccccgg
481   ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtagggggca  agcgttgtcc  ggaattattg
541   ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggcttcttaa  gtcaggtgtg  aaagcccacg  gctcaaccgt
601   ggagggccac  ttgaaactgg  gaggcttgag  tgcaggagag  gagagcggaa  ttccacgtgt
661   agcggtgaaa  tgcgtagaga  tgtggaggaa  cacccgtggc  gaaggcggct  ctctggcctg
```

721　taactgacgc　tgaggcgcga　aagcgtgggg　agcgaacagg　attagatacc　ctggtagtcc
781　acgccgtaaa　cgttgagtgc　taggtgttgg　ggactccaat　cctcagtgcc　gcagctaacg
841　caataagcac　tccgcctggg　gagtacggcc　gcaaggctga　aactcaaagg　aattgacggg
901　gacccgcaca　agcggtggag　catgtggttt　aattcgaagc　aacgcgaaga　accttaccag
961　ggcttgacat　cccgctgacc　ctcctagaga　taggagctct　cttcggagca　gcggtgacag
1021　gtggtgcatg　gttgtcgtca　gctcgtgtcg　tgagatgttg　ggttaagtcc　cgcaacgagc
1081　gcaacccttg　tccttagttg　ccagcattca　gttgggcact　ctagggagac　tgccgtcgac
1141　aagacggagg　aaggtgggga　tgacgtcaaa　tcatcatgcc　ccttatgtcc　tgggctacac
1201　acgtgctaca　atggatggaa　caacgggcag　ccaactcgcg　agagtgcgcc　aatcccttaa
1261　aaccattctc　agttcggatt　gcaggctgca　actcgcctgc　atgaagccgg　aatcgctagt
1321　aatcgcggat　cagcatgccg　cggtgaatac　gttcccgggt　cttgtacaca　ccgcccgtca
1381　caccacgaga　gtttgcaaca　cccgaagtcg　gtgaggtaac　cgcaaggagc　cagccgccga
1441　aggtgggaag　atgattgggg　tgaagtcgta　acaaggtatc　cg

690. *Aneurinibacillus danicus*（丹麦解硫胺素芽胞杆菌）

【种类编号】3-58-2。*Aneurinibacillus danicus* Goto et al.，2004，sp. nov.（丹麦解硫胺素芽胞杆菌）= *Brevibacillus brevis* strains NCIMB 13288。★**模式菌株：**NCIMB 13288 = IAM 15048。★**16S rRNA 基因序列号：**AB112725。★**种名释意：***danicus* 为丹麦之意，故其中文名称为丹麦解硫胺素芽胞杆菌（da′ni.cus. N.L. adj. *danicus* Danish，pertaining to Denmark）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 NCIMB 13288^T 分离自丹麦。★**形态特征：**细胞革兰氏染色可变，严格好氧，可运动，杆状［（0.8～1.0）μm×（4.0～6.0）μm］。芽胞椭圆形，次端生，胞囊膨大。在 NA 培养基上的菌落圆形，光滑，扁平，透明，边缘整齐，白色，48 h 的直径为 5～10 mm。★**生理特性：**生长温度为 35～55℃，最适为 45～50℃。最适 pH 6.5～7.0，在 pH 5.5 或 pH 8.0 时不能生长。在含 NaCl >5%（w/v）时不能生长，厌氧条件下不能生长。★**生化特性：**过氧化氢酶（弱）和氧化酶为阳性，但脲酶、柠檬酸盐利用、硝酸盐还原为阴性。能水解七叶苷、酪蛋白、酪氨酸（弱）、明胶和 DNA，但不能水解熊果苷和淀粉。由下列物质产酸：甘油、赤藓糖醇（弱）、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖（弱）、D-木糖、L-木糖、核糖、核糖醇、D-果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、半乳糖醇、山梨醇、木糖醇、D-来苏糖、D-己酮糖和 D-阿糖醇。★**化学特性：**呼吸醌为 MK-7，菌株主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 46.7 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株［*Brevibacillus brevis*］NCIMB 13288 属于 *Aneurinibacillus* 分支，与 *Aneurinibacillus* 其他种类的同源性为 96.8%～97.9%，而且 DNA-DNA 杂交关联度均<14%。因此，菌株［*Brevibacillus brevis*］NCIMB 13288 代表 *Aneurinibacillus* 的一个新种。16S rRNA 基因序列如下。

1　cgaacgctgg　cggcgtgcct　aatacatgca　agtcgagcgg　accaacggag　agcttgctct
61　cctgcggtca　gcggcggacg　ggtgagtaac　acgtaggcaa　cctgcctgta　cgaccgggat
121　aactccggga　aaccggagct　aataccggat　aggatttcag　accgcatggt　ttggaatgga
181　aagaccctgt　gtcacgtaca　gatgggcctg　cggcgcatta　gctagttggt　ggggtaacgg
241　cctaccaagg　cgacgatgcg　tagccgacct　gagagggtga　acggccacac　tgggactgag

301　acacggccca　gactcctacg　ggaggcagca　gtagggaatc　ttccgcaatg　gacgaaagtc
361　tgacggagca　acgccgcgtg　aacgaagaag　gttttcggat　cgtaaagttc　tgttgttagg
421　gaagaaccgc　cgggataacc　tcccggtctg　acggtaccta　acgagaaagc　cccggctaac
481　tacgtgccag　cagccgcggt　aatacgtagg　gggcaagcgt　tgtccggaat　tattgggcgt
541　aaagcgcgcg　caggcggctt　cttaagtcag　gtgtgaaagc　ccacggctca　accgtggagg
601　gccacttgaa　actgggaggc　ttgagtgcag　gagaggagag　cggaattcca　cgtgtagcgg
661　tgaaatgcgt　agagatgtgg　aggaacacct　gtggcgaagg　cggctctctg　gcctgtaact
721　gacgctgagg　cgcgaaagcg　tggggagcga　acaggattag　ataccctggt　agtccacgcc
781　gtaaacgatg　agtgctaggt　gttggggtnt　ccaaacctca　gtgccgcagc　taacgcaata
841　agcactccgc　ctggggagta　cggccgcaag　gctgaaactc　aaaggaattg　acggggaccc
901　gcacaagcgg　tggagcatgt　ggtttaattc　gaagcaacgc　gaagaacctt　accaggcctt
961　gacatcccgc　tgacccctct　agagatagag　gcttccttcg　ggacagcggt　gacaggtggt
1021　gcatggttgt　cgtcagctcg　tgtcgtgaga　tgttgggtta　agtcccgcaa　cgagcgcaac
1081　ccttgtcctt　agttgccagc　attcagttgg　gcactctagg　gagactgccg　tcgacaagac
1141　ggaggaaggt　ggggatgacg　tcaaatcatc　atgcccctta　tgtcctgggc　tacacacgtg
1201　ctacaatgga　tggaacaacg　ggcagccaac　tcgcgagagt　gagcnaatcc　cttaaaacca
1261　ttctcagttc　ggattgcagg　ctgcaactcg　cctgcatgaa　gccggaatcg　ctagtaatcg
1321　cggatcagca　tgccgcggtg　aatacgttcc　cgggtcttgt　acacaccgcc　cgtcacacca
1381　cgagagtttg　caacacccga　agtcggtgag　gtaacctaaa　ctgccccaaa　aagtattact
1441　tttcggggac　cccagttggg　agccagccgc　cgaaggtggg　gcagatgatt　ggggtgaagt
1501　cgtaacaagg　tatccgtacc　ggaagg

691. *Aneurinibacillus migulanus*（米氏解硫胺素芽胞杆菌）

【种类编号】3-58-3。*Aneurinibacillus migulanus*（Takagi et al.，1993）Shida et al.，1996，comb. nov.（米氏解硫胺素芽胞杆菌）= *Bacillus migulanus* Takagi et al.，1993。**★模式菌株：**B0270 = ATCC 9999 = CIP 103841 = DSM 2895 = IFO（now NBRC）15520 = JCM 8504 = LMG 15427 = NCTC 7096 = NRRL NRS-1137。**★16S rRNA 基因序列号：**X94195。**★种名释意：***migulanus* 意为 Migula，旨在纪念德国细菌学家 W. Migula，故中文名称为米氏解硫胺素芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *migulanus*，pertaining to Migula，referring to the German bacteriologist W. Migula， who contributed to bacterial taxonomy）。

【种类描述】**★菌株来源：**菌株 NCIMB 13288^T 分离自丹麦一间短杆菌肽生产厂。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格好氧，以周生鞭毛运动，杆状[（0.5～1.0）μm ×（2.0～6.0）μm]。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 NA 培养基上 37℃生长 48 h 的菌落直径为 2～3 mm，锯齿状边缘，光滑，扁平，透明，有光泽，浅黄色。产芽胞时菌落变成白色，不透明。**★生理特性：**生长温度为 20～50℃，最适为 45～50℃。pH 为 5.5～9.0。在 2%的 NaCl 和 30 μg/ml 四环素中可生长。在含 NaCl >5%（w/v）时也能生长。可厌氧生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐可还原为亚硝酸盐。V-P 反应为阴性，V-P 培养液变碱性。能水解 DNA，利用铵盐，由 D-果糖和甘油产酸。可碱水解石蕊牛奶。能水解酪蛋白、明胶、淀粉、吐温 60、吐温 80 和尿素。能利用柠檬酸盐和硝酸盐。由下列物质产酸：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-半乳糖、麦芽糖、乳糖、蔗糖、D-木糖、海

藻糖、D-甘露醇和淀粉。存在一种特异的 S-层蛋白质。API Biotype 100 分析结果表明，可利用 L-丙氨酸、4-氨基丁酸、β-D-果糖、D-葡萄糖酸、苯乙酸、丙酸、D-核糖、L-丝氨酸、琥珀酸和 L-酪氨酸，利用下列物质的能力因菌株而异：顺式-乌头酸、反式-乌头酸、戊二酸、肌醇、2-酮戊二酸和 L-苹果酸。不能利用下列碳源：N-乙酰-D-葡萄糖胺、核糖醇、七叶苷、L-阿拉伯糖、DL-阿糖醇、苯甲酸、甜菜碱、癸酸、辛酸、D-纤维二糖、柠檬酸、香豆酸、半乳糖醇、赤藓糖醇、α-L-岩藻糖、D-半乳糖、D-半乳糖醛酸、β-苦杏仁糖、D-葡萄糖、D-葡萄糖胺、D-葡萄糖酸、DL-甘油酸、组胺、L-组氨酸、3-羟基苯甲酸、4-羟基苯甲酸、羟基喹啉-β-葡萄糖苷、衣康酸、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸、α-乳糖、乳果糖、D-来苏糖、D-苹果酸、丙二酸、麦芽糖醇、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露醇、D-甘露糖、α-D-蜜二糖、D-松三糖、甲基-α-吡喃半乳糖苷、甲基-β-吡喃半乳糖苷、甲基-β-D-吡喃葡萄糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、甲基-β-D-吡喃葡萄糖、黏酸、异麦芽酮糖、3-苯基丙酸、茶多酚、奎尼酸、D-棉籽糖、α-L-鼠李糖、D-蔗糖、D-山梨醇、L-山梨糖、D-己酮糖、DL-酒石酸、D-岩藻糖、色胺、L-色氨酸、D-松二糖、木糖醇和 D-木糖。**★化学特性：**呼吸醌为 MK-7，菌株主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.5 mol%～43.2 mol%，模式菌株的 G+C 含量为 42.5 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1 aggacgaacg ctggcggcgt gcctaataca tgcaagtcga gcggaccaat gaagagcttg
61 ctcttcggcg gttagcggcg gacgggtgag taacacgtag gcaacctgcc tgtacgactg
121 ggataactcc gggaaaccgg agctaatacc ggatacttct ttcagaccgc atggtctgaa
181 agagaaagac ctttggtcac gtacagatgg gcctgcggcg cattagctag ttggtggggt
241 aacggcctac caaggcgacg atgcgtagcc gacctgagag ggtgatcggc cacactggga
301 ctgagacacg gcccagactc ctacgggagg cagcagtagg gaatcttccg caatggacga
361 aagtctgacg gagcaacgcc gcgtgaacga tgaaggtttt cggatcgtaa agttctgttg
421 ttagggaaga accgccggga tgacctcccg gtctgacggt acctaacgag aaagccccgg
481 ctaactacgt gccagcagcc gcggtaatac gtagggggca agcgttgtcc ggaattattg
541 ggcgtaaagc gcgcgcaggc ggcttcttaa gtcaggtgtg aaagcccacg gctcaaccgt
601 ggagggccac ttgaaactgg gaagcttgag tgcaggagag gagagcggaa ttccacgtgt
661 agcggtgaaa tgcgtagaga tgtggaggaa cacccgtggc gaaggcggct ctctggcctg
721 taactgacgc tgaggcgcga aagcgtgggg agcgaacagg attagatacc ctggtagtcc
781 acgccgtaaa cgttgagtgc taggtgttgg ggactccaat cctcagtgcc gcagctaacg
841 caataagcac tccgcctggg gagtacggcc gcaaggctga aactcaaagg aattgacggg
901 gacccgcaca agcggtggag catgtggttt aattcgaagc aacgcgaaga accttaccag
961 ggcttgacat cccgctgacc ctcctagaga taggagctct cttcggagca gcggtgacag
1021 gtggtgcatg gttgtcgtca gctcgtgtcg tgagatgttg ggttaagtcc cgcaacgagc
1081 gcaacccttg tccttagttg ccagcattta gttgggcact ctagggagac tgccgtcgac
1141 aagacggagg aaggtgggga tgacgtcaaa tcatcatgcc ccttatgtcc tgggctacac
1201 acgtgctaca atggatggaa caacgggcag ccaactcgcg agagtgcgcg aatcccttaa
1261 aaccattctc agttcggatt gcaggctgca actcgcctgc atgaagccgg aatcgctagt
1321 aatcgcggat cagcatgccg cggtgaatac gttcccgggt cttgtacaca ccgcccgtca
1381 caccacgaga gtttgcaaca cccgaagtcg gtgaggtaac cgcaaggagc cagccgccga
1441 aggtggggca gatgattggg gtgaagtcgt aacaaggtat ccg

692. *Aneurinibacillus soli*（土壤解硫胺素芽胞杆菌）

【种类编号】3-58-4。*Aneurinibacillus soli* Lee et al.，2014，sp. nov.（土壤解硫胺素芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CB4 = KCTC 33505 = CECT 8566。**★16S rRNA 基因序列号：**KJ739787。**★种名释意：***soli* 为土壤之意，故其中文名称为土壤解硫胺素芽胞杆菌（L. neut. gen. n. *soli* of soil，the source of the organism）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $CB4^T$ 从韩国济州岛汉拿山的土壤分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格好氧，杆状［（0.9～1.1）μm ×（2.5～2.8）μm］，以周生鞭毛运动。在 NA 培养基上菌落呈奶油灰，透明，平坦，圆形或不规则的圆锯齿状。**★生理特性：**生长温度为 20～40℃，最适为 30～35℃。pH 为 5.0～9.0，最适 pH 6.5～7.0。在 NaCl 浓度达到 1%时能生长。**★生化特性：**API 20E 结果显示，能水解精氨酸，产生尿素，V-P 反应为阳性。下列反应为阴性：过氧化氢酶、氧化酶、产 H_2S 和吲哚试验、赖氨酸脱羧酶、明胶酶、淀粉酶、色氨酸脱羧酶、ONPG 水解。API 50CH 结果表明，利用大部分的碳源都不产酸，但能利用甘油、核糖、D-塔格糖产酸（弱）。API 20NE 结果显示，能利用苯乙酸盐，但不能利用葡萄糖、阿拉伯糖、D-甘露糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、麦芽糖、葡萄糖酸钾、癸酸、己二酸、苹果酸和柠檬酸三钠。在 GP2 鉴定系统中，只能利用 D-核糖和 D-木糖，不能利用其他碳源。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 46.5 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 $CB4^T$ 属于 *Aneurinibacillus*，与 *Aneurinibacillus aneurinilyticus* DSM 5562^T（96.5%）的亲缘关系最近。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tagagttttg  atcatggctc  aggacgaacg  ctggcgcggt  gcctaataca  tgcaagtcga
61    gcggatcaac  ggagagcttg  ctctcctgag  attagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag
121   gcaacctgcc  tgtacgatcg  ggataacttc  gggaaaccga  agctaatacc  gaatacgaca
181   ttagcccgca  tgggctgatg  tggaaagacc  ttgtgtcacg  tacagatggg  cctgcggcgc
241   attagctagt  tggtggggta  gaggcctacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg
301   gtgatcggcc  acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg
361   aatcttccgc  aatggacgaa  agtctgacgg  agcaacgccg  cgtgaacgat  gaaggttttc
421   ggatcgtaaa  gttctgttgt  aagggaagaa  ccgccgggat  gacctcccgg  tctgacggta
481   ccttacgaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  taggggggcaa
541   gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gttttctaag  ttaggtgtga
601   aagcccacgg  ctcaaccgtg  gagggccacc  taaaactggg  agacttgagt  gcaggagagg
661   agagcggaat  tccacgtgta  gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac  acccgtggcg
721   aaggcggctc  tctggcctgt  aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcaaacagga
781   ttagataccc  tggtagtcca  cgccgtaaac  gatgagtgct  aggtgttggg  gactccaatc
841   ctcagtgccg  cagctaacgc  aataagcact  ccgcctgggg  agtacggccg  caaggctgaa
901   actcaaagga  attgacgggg  acccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca
961   acgcgaagaa  ccttaccagg  gcttgacatc  cctctgaaat  ctctagagat  agaggctccc
1021  ttcggggcag  aggtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg
1081  gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccttgt  ccttagttgc  cagcattcag  ttgggcactc
1141  tagggagact  gccgtcgaca  agacggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc
```

```
1201    cttatgtcct    gggctacaca    cgtgctacaa    tggatggaac    aacgggcagc    caactcgcga
1261    gagtgcgcaa    atcccttaaa    accattctca    gttcggattg    caggctgcaa    ctcgcctgca
1321    tgaagccgga    atcgctagta    atcgcggatc    agcatgccgc    ggtgaatacg    ttcccgggtc
1381    ttgtacacac    cgcccgtcac    accacgagag    tttgcaacac    ccgaagtcgg    tgaggtaacc
1441    gcaaggagcc    agccgccgaa    ggtgg
```

693. *Aneurinibacillus terranovensis*（新地站解硫胺素芽胞杆菌）

【种类编号】3-58-5。*Aneurinibacillus terranovensis* Allan et al.，2005，sp. nov.（新地站解硫胺素芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Logan B-1599 = CIP 108308 = LMG 22483。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ715385。**★种名释意：***terranovensis* 意为模式菌株分离自南极洲意大利建立的特拉诺瓦湾站，故其中文名称为新地站解硫胺素芽胞杆菌［N.L. masc. adj. *terranovensis*，referring to Terra Nova Bay Station（Italy），northern Victoria Land，Antarctica，where the strains were first isolated］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Logan B-1599^T 分离自南极洲的意大利建立的特拉诺瓦湾站。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，培养 48 h 后转变成阴性，杆状［（0.8～1.0）μm ×（2.0～8.0）μm］，单生、成对或形成链状。芽胞椭圆形，次端生，胞囊膨大。在 BFA 培养基中 40℃培养 48 h 的菌落圆形，平坦，乳白色，光滑，直径为 1.5 mm。**★生理特性：**生长的最低温度为 20～25℃，最适温度为 37～45℃，最高温度为 50～55℃。pH 为 3.5～6.0，最适 pH 为 5.0～5.5。在 NaCl 浓度为 2%～3%时生长受到抑制。微好氧。**★生化特性：**过氧化氢酶反应为阳性（弱）。48 h 后能水解明胶。能水解淀粉（弱）。不能水解酪蛋白。API 20E 结果显示，下列反应为阳性：精氨酸水解、V-P 反应、硝酸盐还原，柠檬酸盐利用可变。下列反应为阴性：半乳糖苷的水解、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、产 H_2S 和吲哚、脲酶、色氨酸脱氨酶、明胶水解。能利用下列碳源：七叶苷、D-葡萄糖、L-谷氨酸、DL-乳酸、甘油、甘露糖、甲基-β-D-吡喃葡萄糖苷、肌糖。利用下列物质的能力可变：核糖醇、2-酮戊二酸、α-乳糖、L-丙氨酸、L-阿糖醇、D-阿糖醇、L-天冬氨酸、DL-β-羟基丁酸、顺式乌头酸、柠檬酸、富马酸、D-半乳糖、葡萄糖、谷氨酸、2-酮-D-葡萄糖酸盐、5-酮-D-葡萄糖酸盐、D-苹果酸、L-苹果酸、甲基-β-吡喃半乳糖苷、甘露醇、L-脯氨酸、N-乙酰葡萄糖胺、腐胺、奎尼酸、D-核糖、D-山梨醇、蔗糖、琥珀酸、反式乌头酸和海藻糖。不能利用下列碳源：DL-α-氨基丁酸盐、DL-α-氨基戊酸盐、阿拉伯糖、苯甲酸酯、甜菜碱、β-苦杏仁糖、辛酸、癸酸、纤维二糖、半乳糖醇、乙醇胺、D-葡萄糖醛酸酯、苦杏仁酸、戊二酸、组胺、组氨酸、亚甲基丁二酸、乳果糖、D-木糖、麦芽糖醇、丙二酸、麦芽糖、麦芽三糖、松三糖、黏酸盐、乙酸苯酯、D-蜜二糖、D-葡萄糖二酸、L-丝氨酸、L-山梨糖、D-己酮糖、D-酒石酸、L-酒石酸、葫芦巴碱、色胺、色氨酸、酪氨酸、D-松二糖、木糖醇和 D-木糖。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43.2 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1       gacgaacgct    ggcggcgtgc    ctaatacatg    caagtcgagc    ggacytttaa    aagcttgctt
61      ttaaaggtta    gcggcggacg    ggtgagtaac    acgtgggcaa    cctgcctgta    agctcgggat
121     aactccggga    aaccggagct    aataccgaat    acgattcgca    accgcatggt    tgcgaatgga
181     aagttttcga    acacttacag    atgggcccgc    ggcgcattag    ctggttggtg    gggtaacggc
```

241	ctaccaaggc	gacgatgcgt	agccgacctg	agagggtgat	cggccacact	gggactgaga
301	cacggcccag	actcctacgg	gaggcagcag	tagggaatct	tccgcaatgg	acgaaagtct
361	gacggagcaa	cgccgcgtga	gcgatgaagg	ttttcggatc	gtaaagctct	gttgtcaggg
421	aagaaccgcc	gggacgacct	cccggtctga	cggtacctga	cgagaaagcc	ccggctaact
481	acgtgccagc	agccgcggta	atacgtaggg	ggcaagcgtt	gtccggaatt	attgggcgta
541	aagcgcgcgc	aggcggcctt	ttaagtcagg	tgtgaaagcc	cgcggctcaa	ccgtggaggg
601	ccacctgaaa	ctgggaggct	tgagtgcagg	agaggagagc	ggaattccac	gtgtagcggt
661	gaaatgcgta	gagatgtgga	ggaacacccg	tggcgaaggc	ggctctctgg	cctgtaactg
721	acgctgaggc	gcgaaagcgt	ggggagcaaa	caggattaga	taccctggta	gtccacgccg
781	taaacgatga	gtgctaggtg	ttggggactc	caatcctcag	tgccgcagct	aacgcaataa
841	gcactccgcc	tggggagtac	ggccgcaagg	ctgaaactca	aaggaattga	cggggacccg
901	cacaagcggt	ggagcatgtg	gtttaattcg	aagcaacgcg	aagaacctta	ccaggacttg
961	acatcccgct	gacccctcta	gagatagagg	ctcccttcgg	ggcagcggtg	acaggtggtg
1021	catggttgtc	gtcagctcgt	gtcgtgagat	gttgggttaa	gtcccgcaac	gagcgcaacc
1081	cttgtccgta	gttgccagca	ttgagttggg	cactctacgg	agactgccgt	cgacaagacg
1141	gaggaaggtg	gggatgacgt	caaatcatca	tgccccttat	gtcctgggct	acacacgtgc
1201	tacaatggat	ggtacaacgg	gccgccagct	cgcgagagtg	agcgaatccc	taaaaaccat
1261	tctcagttcg	gattgcaggc	tgcaactcgc	ctgcatgaag	ccggaatcgc	tagtaatcgc
1321	ggatcagcat	gccgcggtga	atacgttccc	gggtcttgta	cacaccgccc	gtcacaccac
1381	gagagtttgc	aacacccgaa	gtcggtgagg	taacc		

694. *Aneurinibacillus thermoaerophilus*（嗜热嗜气解硫胺素芽胞杆菌）

【种类编号】3-58-6。*Aneurinibacillus thermoaerophilus*（Meier-Stauffer et al.，1996）Heyndrickx et al.，1997，comb. nov.（嗜热嗜气解硫胺素芽胞杆菌）= *Bacillus thermoaerophilus*（Meier-Stauffer et al. 1996）。**★模式菌株：**L420-91 = ATCC 700303 = CIP 104816 = CIP 105494 = DSM 10154 = LMG 17165。**★16S rRNA 基因序列号：**X94196。**★种名释意：***thermoaerophilus* 中 *thermos* 为热之意，*aer* 为空气之意，*philus* 为喜爱之意，故其中文名称为嗜热嗜气解硫胺素芽胞杆菌[Gr. adj. *thermos*，hot；Gr. masc. n. *aer*，air；N.L. adj. *philus -a -um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *thermoaerophilus*，loving heat air，i.e.，thermophilic and aerobic]。

【种类描述】★菌株来源：无相关信息。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，好氧，以周生鞭毛运动，杆状［（1.0～1.2）μm ×（3.7～5.4）μm］。芽胞中生，胞囊膨大。在 NA 培养基上 55℃生长 24 h 的菌落直径为 1～10 mm，平坦，不规则，有群体运动（swarming）的趋势，粗糙，透明，浅灰色。**★生理特性：**在 40～60℃、pH 7～8、含 3% NaCl 时能生长，当盐浓度为 5%及以上时不能生长。厌氧条件下不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶可变。V-P 反应为阴性，V-P 培养液变碱性。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。不产吲哚。能水解吐温 80、明胶、酪蛋白，不能水解淀粉、尿素和 DNA。由葡萄糖和甘油产酸，不能由蔗糖、果糖、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、木糖、甘露醇、海藻糖、乳糖、麦芽糖、棉籽糖产酸。以硫胺素水解酶降解硫胺素，存在特异的 S-层蛋白质。能通过硫胺素水解酶较弱地分解硫胺素。存在特定的糖基化的 S-层蛋白质。API Biotype 100 结果显示，可

利用下列碳源：N-乙酰-D-葡萄糖胺、七叶苷、L-丙氨酸、2-酮戊二酸、DL-苹果酸、苯乙酸、丙酸、奎尼酸、D-核糖、L-山梨糖、琥珀酸、L-酒石酸、*meso*-酒石酸、均丙三羧酸和 L-酪氨酸。利用下列碳源的能力因菌株而异：反式-乌头酸、4-氨基丁酸、D-阿糖醇、柠檬酸、β-D-果糖、D-半乳糖醛酸、α-D-葡萄糖、DL-甘油酸、组胺、D-来苏糖、D-甘露醇、α-D-蜜二糖、甲基-β-D-吡喃葡萄糖苷、3-苯基丙酸、L-丝氨酸、D-酒石酸、葫芦巴碱、D-松二糖和 D-木糖。不能利用下列碳源：顺式-乌头酸、核糖醇、L-阿拉伯糖、L-阿糖醇、苯甲酸、甜菜碱、己酸、辛酸、D-纤维二糖、香豆酸、半乳糖醇、赤藓糖醇、α-L-岩藻糖、D-半乳糖、β-苦杏仁糖、龙胆酸、D-葡萄糖酸、D-葡萄糖胺、D-葡萄糖醛酸、戊二酸、L-组氨酸、3-羟基苯甲酸、4-羟基苯甲酸、羟基喹啉-β-葡萄糖苷、肌醇、衣康酸、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基葡萄糖酸、α-乳糖、乳果糖、丙二酸、麦芽糖醇、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露糖、D-松三糖、甲基-α-D-吡喃半乳糖苷、甲基-β- D-吡喃半乳糖苷、甲基-β-D-吡喃葡萄糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、黏酸、异麦芽酮糖、茶多酚、D-棉籽糖、α-L-鼠李糖、D-糖酸、D-山梨醇、蔗糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、色胺、L-色氨酸和木糖醇。★**化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（50.3%～66.8%）和 anteiso-$C_{15:0}$（10.3%）。主要呼吸醌为 MK-7。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 46.7 mol%（HPLC）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     aggacgaacg ctggcggcgt gcctaataca tgcaagtcga gcgaaccgat ggagtgcttg
61    cattcctgag gttagcggcg gacgggtgag taacacgtag gcaacctgcc tgtacgaccg
121   ggataactcc gggaaaccgg agctaatacc ggataggatg ccgaaccgca tggttcggca
181   tggaaaggcc tttgagccgc gtacagatgg gcctgcggcg cattagctag ttggtggggt
241   aacggcctac caaggcgacg atgcgtagcc gacctgagag ggtgaacggc cacactggga
301   ctgagacacg tcccagactc ctacgggagg cagcagtagg gaatcttccg caatggacga
361   aagtctgacg gagcaacgcc gcgtgagtga ggaaggtctt cggatcgtaa aactctgttg
421   tcagggaaga accgccggga tgacctcccg gtctgacggt acctgacgag aaagccccgg
481   ctaactacgt gccagcagcc gcggtaatac gtagggggca agcgttgtcc ggaattattg
541   ggcgtaaagc gcgcgcaggc ggcttcttaa gtcaggtgtg aaagcccacg gctcaaccgt
601   ggagggccat ctgaaactgg ggagcttgag tgcaggagag gagagcggaa ttccacgtgt
661   agcggtgaaa tgcgtagaga tgtggaggaa caccagtggc gaaggcggct ctctggcctg
721   taactgacgc tgaggcgcga aagcgtgggg agcaaacagg attagatacc ctggtagtcc
781   acgccgtaaa cgatgagtgc taggtgttgg ggagtccacc tcctcagtgc cgcagctaac
841   gcaataagca ctccgcctgg ggagtacggc cgcaaggctg aaactcaaag gaattgacgg
901   ggacccgcac aagcggtgga gcatgtggtt taattcgaag caacgcgaag aaccttacca
961   gggcttgaca tcccgctgac ccctccagag atggaggttt ccttcgggac agcggtgaca
1021  ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc gtgagatgtt gggttaagtc ccgcaacgag
1081  cgcaacccct gtcctttgtt gccagcattc agttgggcac tctaaggaga ctgccgtcga
1141  caagacggag gaaggtgggg atgacgtcaa atcatcatgc cccttatgtc ctgggctaca
1201  cacgtgctac aatggacggt acaacgggcg tgccaacccg cgagggtgag ccaatcccta
1261  aaaaccgttc tcagttcgga ttgcaggctg caactcgcct gcatgaagcc ggaatcgcta
1321  gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat acgttcccgg gtcttgtaca caccgcccgt
1381  cacaccacga gagtttgcaa cacccgaagt cggtgaggta accttctgga gccagccgcc
1441  gaaggtgggg cagatgattg ggtgaagtc gtaacaaggt atccg
```

五十九、短芽胞杆菌属（*Brevibacillus*）

【**属特征描述**】细胞革兰氏阳性或可变，严格好氧，以周生鞭毛运动，杆状［（0.7～0.9）μm×（3.0～5.0）μm］。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 NA 培养基上的菌落扁平，光滑，黄灰色，无可溶性色素产生。过氧化氢酶为阳性，氧化酶可变。V-P 反应（产 3-羟基丁酮）为阴性，V-P 培养液变碱性。不产 H_2S 和吲哚。硝酸盐还原反应可变。酪蛋白、明胶、淀粉和酪氨酸的水解活性可变。在 pH 5.6 或 5.7，50℃时生长情况可变；最适 pH 7.0；最适生长温度为 30℃（*Brevibacillus themoruber* 为 45～48℃）；5% NaCl 抑制生长。由不同的糖类产酸而不产气。存在特异的 S-层蛋白质。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。DNA 的 G+C 含量为 42.8 mol%～57.4 mol%。属内各种之间的 16S rRNA 基因（扩增引物为 BREV174F 和 1377R）序列同源性大于 93.2%。模式种为 *Brevibacillus brevis*。★**属名释意：***Brevibacillus* 中 *brevis* 为短之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为短芽胞杆菌属（L. adj. *brevis*，short；L. dim. n. *bacillus*，small rod；N.L. masc. n. *Brevibacillus*，short，small rod）。

695. *Brevibacillus agri*（土壤短芽胞杆菌）

【**种类编号**】3-59-1。*Brevibacillus agri*（Nakamura，1993）Shida et al.，1996，comb. nov.（土壤短芽胞杆菌）= *Bacillus agri*（ex Laubach and Rice，1916）Nakamura，1993，sp. nov.，nom. rev.。★**模式菌株：**ATCC 51663 = CCUG 31345 = CIP 104002 = DSM 6348 = IFO（now NBRC）15538 = JCM 9067 = LMG 15103 = NRRL NRS-1219。★**16S rRNA 基因序列号：**AB112716。异名：*Bacillus agri* Laubach and Rice，1916。★**种名释意：***agri* 为土地、土壤之意，故其中文名称为土壤短芽胞杆菌（L. gen. n. *agri*，of a field）。

【**种类描述**】★**菌株来源：**模式菌株分离自土壤和临床材料。★**形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格好氧，杆状［（0.5～1.0）μm×（2.0～5.0）μm］，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 NA 培养基上菌落半透明，光滑，小且圆形，直径约为 2 mm，无可溶性色素产生。★**生理特性：**生长温度为 10～40℃，最适为 28℃。最适 pH 是 5.6 或 5.7。在 3%NaCl 和 0.001%溶酶菌素和温度 50℃条件下生长受抑制。★**生化特性：**不产乙酰甲基甲醇、H_2S 和吲哚。V-P 反应的培养液变碱性。硝酸盐不能被还原成亚硝酸盐。不能水解淀粉、尿素和卵黄卵磷脂。不能利用柠檬酸盐和丙酸盐。由下列碳源产酸不产气：果糖、葡萄糖、麦芽糖、甘露糖、核糖、蔗糖和海藻糖。在纤维二糖中产酸可变。不能利用下列碳源：阿拉伯糖、半乳糖、乳糖、甘露糖、蜜二糖、鼠李糖、水杨苷、山梨醇和木糖。存在特异的 S-层蛋白质。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 52 mol%～55 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcga  gtcccttcgg  gggctagcgg
61    cggacgggtg  agtaacacgt  aggcaacctg  cctctcagac  tgggataaca  tagggaaact
121   tatgctaata  ccggataggt  ttttggatcg  catgatctga  aaagaaaaga  tggcttttcg
181   ctatcactgg  gagatgggcc  tgcggcgcat  tagctagttg  gtggggtaac  ggcctaccaa
241   ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt  gaccggccac  actgggactg  agacacggcc
```

301	cagactccta	cgggaggcag	cagtagggaa	ttttccacaa	tggacgaaag	tctgatggag
361	caacgccgcg	tgaacgatga	aggtcttcgg	attgtaaagt	tctgttgtca	gggacgaaca
421	cgtaccgttc	gaanagggcg	gtaccttgac	ggtacctgac	gagaaagcca	cggctaacta
481	cgtgccagca	gccgcggtaa	tacgtaggtg	gcaagcgttg	tccggattta	ttgggcgtaa
541	agcgcgcgca	ggcggctatg	taagtctggt	gttaaagccc	ggggctcaac	cccggttcgc
601	atcggaaact	gtgtagcttg	agtgcagaag	aggaaagcgg	tattccacgt	gtagcggtga
661	aatgcgtaga	gatgtggagg	aacaccagtg	gcgaaggcgg	ctttctggtc	tgtaactgac
721	gctgaggcgc	gaaagcgtgg	ggagcaaaca	ggattagata	ccctggtagt	ccacgccgta
781	aacgatgagt	gctaggtgtt	gggggtttca	ataccctcag	tgccgcagct	aacgcaataa
841	gcactccgcc	tggggagtac	gctcgcaaga	gtgaaactca	aaggaattga	cgggggcccg
901	cacaagcggt	ggagcatgtg	gtttaattcg	aagcaacgcg	aagaacctta	ccaggtcttg
961	acatcccgct	gaccgctctg	gagacagagc	ttcccttcgg	ggcagcggtg	acaggtggtg
1021	catggttgtc	gtcagctcgt	gtcgtgagat	gttgggttaa	gtcccgcaac	gagcgcaacc
1081	cttatcttta	gttgccagca	ttcagttggg	cactctagag	agactgccgt	cgacaagacg
1141	gaggaaggcg	gggatgacgt	caaatcatca	tgccccttat	gacctgggct	acacacgtgc
1201	tacaatggtt	ggtacaacgg	gatgctacct	cgcgagagga	cgccaatctc	ttaaaaccaa
1261	tctcagttcg	gattgtaggc	tgcaactcgc	ctacatgaag	tcggaatcgc	tagtaatcgc
1321	ggatcagcat	gccgcggtga	atacgttccc	gggccttgta	cacaccgccc	gtcacaccac
1381	gggagtttgc	aacacccgaa	gtcggtgagg	taaccgcaag	gagccagccg	ccgaaggtgg
1441	ggtagatgac	tggggtgaag	tcgtaacaag	gtatccgtac	cggaagg	

696. *Brevibacillus aydinogluensis*（阿迪怒格鲁短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-2。*Brevibacillus aydinogluensis* Inan et al.，2012，sp. nov.（阿迪怒格鲁短芽胞杆菌）。**★模式菌株：**PDF25 = DSM 24395 = LMG 26289。**★16S rRNA 基因序列号：**HQ419073。**★种名释意：***aydinogluensis* 意为模式菌株分离自土耳其塞尔丘克，旧名阿迪怒格鲁，故其中文名称为阿迪怒格鲁短芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *aydinogluensis*，of or belonging to Aydinoglu，ancient name of Selçuk and the surrounding area）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 PDF25^T 分离自土耳其伊兹密尔省的塞尔丘克温泉。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，好氧，可运动，杆状［（0.3～0.6）μm×（2.0～4.3）μm］，能形成芽胞。芽胞椭圆形，中生或次端生，胞囊膨大。在 Degryse 162 培养基上生长的菌落光滑，有光泽，黄灰色，圆形。**★生理特性：**生长温度为 35～65℃（最适 55℃）；pH 为 6.0～10（最适 pH 7.0）；NaCl 浓度为 0～2%（w/v），但在 3%时不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阴性，氧化酶为阳性。能水解酪蛋白和淀粉。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。API 20E 结果显示，下列反应为阴性：ONPG 水解、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸盐利用、产 H_2S 和吲哚、脲酶、色氨酸脱氨酶和 V-P 反应，仅水解明胶。VITEK 32（使用 Vitek *Bacillus* Biochemical Card B）结果表明，不能利用下列碳源：蔗糖、己酮糖、葡萄糖、肌醇、半乳糖、甘露醇、棉籽糖、水杨苷、苦杏仁苷、麦芽糖、海藻糖、异麦芽酮糖、山梨醇、N-乙酰葡萄糖胺、支链淀粉、硫氰酸钾、阿糖醇和七叶苷。能利用下列碳源：阿拉伯糖、木糖、菊糖和核糖。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、

磷脂酰单甲基乙醇胺、磷脂酰乙醇胺、未知的氨基磷脂、磷脂和氨脂。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 56.09 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 PDF25^T 属于 *Brevibacillus*，与 *Brevibacillus thermoruber* DSM 7064^T（98.5%）的亲缘关系最近。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 PDF25^T 与 *B. thermoruber* DSM 7064^T 的关联度为 58%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     attctagagt  ttgatcatgg  ctcaggacga  acgctggcgg  cgtgcctaat  acatgcaagt
61    cgagcggacc  tgaatggagc  ttgctccaga  caggttagcg  gcggacgggt  gagtaacacg
121   taggcaacct  gcccgcaaga  ccgggataac  gtagggaaac  ttacgctaat  accggatagg
181   acactctctc  gcatgagagg  gtgcggaaag  gtggcgcaag  ctaccacttg  cggatgggcc
241   tgcggcgcat  tagctagttg  gtggggtaac  ggcctaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac
301   ctgagagggt  gaccggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag
361   cagtagggaa  ttttccacaa  tgggcgaaag  cctgatggag  caacgccgcg  tgaacgatga
421   aggtcttcgg  attgtaaagt  tctgttgtca  gggacgaaca  agtaccgttc  gaacagggcg
481   gtaccttgac  ggtacctgac  gagaaagccc  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa
541   tacgtagggg  gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggtcggg
601   taagtctgat  gttaaagccc  ggggctcaac  cccggttcgc  attggaaact  gctcgacttg
661   agtgcagaag  aggaaagcgg  aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg
721   aacaccagtg  gcgaaggcgg  ctttctggtc  tgtaactgac  gctgaggcgc  gaaagcgtgg
781   ggagcaaaca  ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgagt  gctaggtgtt
841   gggggtttca  acaccctcag  tgccgcagct  aacgcaataa  gcactccgcc  tggggagtac
901   gctcgcaaga  gtgaaactca  aaggaattga  cgggggcccg  cacaagcggt  ggagcatgtg
961   gtttaattcg  aagcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg  acatcccgct  gaccgtccta
1021  gagatagggc  ttcccttcgg  ggcagcggtg  acaggtggtg  catggttgtc  gtcagctcgt
1081  gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc  cttatcttta  gttgccagca
1141  ttcagttggg  cactctagag  agactgccgt  cgacaagacg  gaggaaggcg  gggatgacgt
1201  caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct  acacacgtgc  tacaatggct  ggtacaacgg
1261  gacgcaagcc  cgcgagggta  agccaatctc  ttaaaaccag  tctcagttcg  gattgcaggc
1321  tgcaactcgc  ctgcatgaag  tcggaatcgc  tagtaatcgc  ggatcagcat  gccgcggtga
1381  atacgttccc  gggccttgta  cacaccgccc  gtcacacggt  accat
```

697. *Brevibacillus borstelensis*（波茨坦短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-3。*Brevibacillus borstelensis*（Shida et al.，1995）Shida et al.，1996，comb. nov.（波茨坦短芽胞杆菌）= *Bacillus borstelensis*（ex Porter）Shida et al. 1995，sp. nov.，nom. rev.。**★模式菌株：**ATCC 51668 = CIP 104545= DSM 6347 = IFO（now NBRC）15714 = JCM 9022 = LMG 16009 = NRRL NRS-818。**★16S rRNA 基因序列号：**AB112721。**★种名释意：***borstelensis* 意为模式菌株分离自德国波茨坦，故其中文名称为波茨坦短芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *borstelensis*，pertaining to Borstel，Germany，where it was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株分离自德国波茨坦。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格好氧，以周生鞭毛运动，杆状［（0.5～0.9）μm ×（2.0～5.0）μm］。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 NA 培养基上的菌落扁平，光滑，圆形，边缘整齐。**★生理特性：**生长温度为 30～50℃，最适为 30℃。最适 pH 是 5.5～5.6。在 2% NaCl、0.001%溶菌酶和 55℃

条件下生长受抑制。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不产乙酰甲基甲醇、H_2S、吲哚和卵磷脂酶。V-P 反应的培养液变碱性。可将硝酸盐还原成亚硝酸盐。不水解淀粉、尿素和卵黄卵磷脂。可水解酪蛋白、明胶和 DNA。可分解淀粉、尿素和酪氨酸。不能利用柠檬酸盐、丙酸盐、乙酸盐、富马酸盐、L-苹果酸、DL-乳酸、琥珀酸盐、L-谷氨酸、L-天冬氨酸盐、藻酸盐、葡萄糖酸盐、α-酮戊二酸、丙二酸盐和酒石酸盐。在 D-果糖中产酸但不产气。D-葡萄糖、麦芽糖和 D-核糖的利用能力可变。由下列碳源不产酸也不产气：L-阿拉伯糖、D-半乳糖、乳糖、蔗糖、D-木糖、海藻糖、甘油、D-甘露醇、L-山梨糖、D-甘露糖、蜜二糖、L-鼠李糖、棉籽糖、肌醇、赤藓糖醇和核糖醇。有特异的 S-层蛋白质存在。★**化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 $C_{15:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.3 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcga  gtcccttcgg  gggctagcgg
61    cggacgggtg  agtaacacgt  aggcaacctg  cccgtaagct  cgggataaca  tggggaaact
121   catgctaata  ccggataggg  tcttctctcg  catgagagga  gacggaaagg  tggcgcaagc
181   taccacttac  ggatgggcct  gcggcgcatt  agctagttgg  tggggtaacg  gcctaccaag
241   gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  accggccaca  ctgggactga  gacacggccc
301   agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  tttccacaat  ggacgaaagt  ctgatggagc
361   aacgccgcgt  gaacgatgaa  ggtcttcgga  ttgtaaagtt  ctgttgtcag  agacgaacaa
421   gtaccgttcg  aacagggcgg  taccttgacg  gtacctgacg  agaaagccac  ggctaactac
481   gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggtgg  caagcgttgt  ccggaattat  tgggcgtaaa
541   gcgcgcgcag  gcggctatgt  aagtctggtg  ttaaagcccg  gggctcaacc  ccggttcgca
601   tcggaaactg  tgtagcttga  gtgcagaaga  ggaaagcggt  attccacgtg  tagcggtgaa
661   atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcggc  tttctggtct  gtaactgacg
721   ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa
781   acgatgagtg  ctaggtgttg  gggtttcaa   taccctcagt  gccgcagcta  acgcaataag
841   cactccgcct  ggggagtacg  ctcgcaagag  tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc
901   acaagcggtg  gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga
961   catcccgctg  accgtcctag  agatagggct  tcccttcggg  gcagcggtga  caggtggtgc
1021  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc
1081  ttatctttag  ttgccagcat  tcagttgggc  actctagaga  gactgccgtc  gacaagacgg
1141  aggaaggcgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct
1201  acaatggctg  gtacaacggg  aagctagctc  gcgagagtat  gccaatctct  taaaaccagt
1261  ctcagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagt  cggaatcgct  agtaatcgcg
1321  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg
1381  ggagtttgca  acacccgaag  tcggtgaggt  aaccgcaagg  agccagccgc  cgaaggtggg
1441  gtagatgact  ggggtgaagt  cgtaacaagg  tatccgtacc  ggaagg
```

698. *Brevibacillus brevis*（短短芽胞杆菌）

【**种类编号**】3-59-4。*Brevibacillus brevis*（Migula，1900）Shida et al.，1996，comb. nov.（短短芽胞杆菌）= *Bacillus brevis* Migula，1900，species。★**模式菌株：**ATCC 8246 = CCM 2050 = BCRC（formerly CCRC）14682 = CCUG 7413= CIP 52.86 = DSM 30 = HAMBI 1883 = IFO（now NBRC）15304 = JCM 2503 = LMG 7123 = NCCB 48009 = NCIMB 9372 = NCTC

2611 = NRRL B-14602 = NRRL NRS-604 = VKM B-503。**★16S rRNA 基因序列号：** AB271756。**★种名释意：***brevis* 为短小之意，故其中文名称为短短芽胞杆菌（L. masc. adj. *brevis*，short）。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株来源不详，但该种在全球广泛分布。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格好氧，以周生鞭毛运动，杆状［（0.7～0.9）μm×（3.0～5.0）μm］。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 NA 培养基上的菌落扁平，光滑，黄灰色，无可溶性色素产生。**★生理特性：**在 pH 5.6 或 5.7，50℃时生长情况可变；最适 pH 7.0；最适生长温度为 30℃；5% NaCl 抑制生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。V-P 反应（产 3-羟基丁酮）为阴性，V-P 培养液变碱性。不产 H_2S、二羟基丙酮和吲哚。可将硝酸盐还原为亚硝酸盐。能水解酪蛋白、明胶、DNA、吐温 60 和酪氨酸，不能水解淀粉。可利用柠檬酸，不利用丙酸。不能利用 L-阿拉伯糖、乳糖、蜜二糖、水杨苷、D-山梨醇、L-鼠李糖、D-木糖。可利用纤维二糖、D-果糖、D-葡萄糖、D-半乳糖、麦芽糖、D-核糖、蔗糖、海藻糖，D-甘露糖和 D-甘露醇的利用能力可变。存在特异的 S-层蛋白质。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.3 mol%～53.3 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gagnntcttc  ggannctagc
61    ggcggacggg  tgagtaacac  gtaggcaacc  tgcctctcag  actgggataa  catagggaaa
121   cttatgctaa  taccggatag  gtttttggat  cgcatgatcc  gaaaagaaaa  ggcggcttcg
181   gctgtcactg  ggagatgggc  ctgcggcgca  ttagctagtt  ggtggggtaa  cggcctacca
241   aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgaccggcca  cactgggact  gagacacggc
301   ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  attttccaca  atggacgaaa  gtctgatgga
361   gcaacgccgc  gtgaacgatg  aaggtcttcg  gattgtaaag  ttctgttgtt  agggacgaat
421   aagtaccgtt  cgaatagggc  ggtaccttga  cggtacctga  cgagaaagcc  acggctaact
481   acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggt  ggcaagcgtt  gtccggattt  attgggcgta
541   aagcgcgcgc  aggcggctat  gtaagtctgg  tgttaaagcc  cggggctcaa  ccccggttcg
601   catcggaaac  tgtgtagctt  gagtgcagaa  gaggaaagcg  gtattccacg  tgtagcggtg
661   aaatgcgtag  agatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg  gctttctggt  ctgtaactga
721   cgctgaggcg  cgaaagcgtg  gggagcaaac  aggattagat  accctggtag  tccacgccgt
781   aaacgatgag  tgctaggtgt  tgggggtttc  aataccctca  gtgccgcagc  taacgcaata
841   agcactccgc  ctggggagta  cgctcgcaag  agtgaaactc  aaaggaattg  acgggggccc
901   gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc  gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt
961   gacatcccgc  tgaccgctct  ggagacagag  cttcccttcg  gggcagcggt  gacaggtggt
1021  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga  tgttgggtta  agtcccgcaa  cgagcgcaac
1081  ccttatcttt  agttgccagc  attcagttgg  gcactctaga  gagactgccg  tcgacaagac
1141  ggaggaaggc  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgtg
1201  ctacaatggt  tggtacaacg  ggatgctacc  tcgcgagagg  acgccaatct  cttaaaacca
1261  atctcagttc  ggattgtagg  ctgcaactcg  cctacatgaa  gtcggaatcg  ctagtaatcg
1321  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc  cgggccttgt  acacaccgcc  cgtcacacca
1381  cgggagtttg  caacacccga  agtcggtgag  gtaaccgcaa  ggagccagcc  gccgaaggtg
1441  gggtagatga  ctggggtgaa  g
```

699. *Brevibacillus centrosporus*（中胞短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-5。*Brevibacillus centrosporus* （Nakamura，1993）Shida et al.，1996，comb. nov.（中胞短芽胞杆菌）= *Bacillus centrosporus*（ex Ford，1916）Nakamura，1993，sp. nov.，nom. rev.。**★模式菌株：**ATCC 51661 = CCUG 31347 = CIP 104003 = DSM 8445= IFO（now NBRC）15540 = JCM 9071 = LMG 15106 = NRRL NRS-664。**★16S rRNA 基因序列号：**D78458。**★种名释意：***centrosporus* 中 *centrum* 为中间之意，*spora* 为芽胞之意，故其中文名称为中胞短芽胞杆菌［L. n. *centrum*，the center；N.L. n. *spora*（from Gr. n. spora），a seed and in biology a spore；N.L. masc. adj. *centrosporus*，with a central spore］。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株来源不详，该种广泛分布于人粪便、临床样品、蔬菜、植物根际土等环境。**★形态特征：**细胞革兰氏染色阳性，可运动，杆状［（0.5～1.0）μm×（2～6）μm］。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 NA 培养基上的菌落半透明，薄，光滑，圆形，无色素产生，直径为 2～3 mm。**★生理特性：**生长温度最适为 28℃，生长温度最高为 40℃，生长温度最低为 10℃。pH 5.6 或 5.7、3% NaCl、0.001%溶菌酶及 50℃抑制生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。不产 3-羟基丁酮、H_2S 和吲哚。V-P 反应的培养液变碱性。某些菌株能将硝酸盐还原为亚硝酸盐。能水解酪蛋白、卵黄卵磷脂、淀粉和尿素。某些菌株可利用柠檬酸，不利用丙酸。由下列碳源产酸不产气：纤维二糖、葡萄糖、麦芽糖、甘露糖、鼠李糖、核糖、蔗糖和海藻糖。能利用下列碳源：甘露糖、蜜二糖、水杨苷、山梨醇和木糖。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 49 mol%～51 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gagagtttga	tcctggctca	ggncgancgc	tggcggcgtg	cctaatacat	gcaagtcgag
61	cgagtctctt	cggaggctag	cggcggacgg	gtgagtaaca	cgtaggcaac	ctgcctctca
121	gactgggata	acatagggaa	acttatgcta	ataccngata	gngtcttgtc	tcgcatgagn
181	naagacggaa	aggtagcncn	ggctatcact	tncggatggg	cctgcggcgc	attagctagt
241	tggtggggta	atggcctacc	aaggcgacga	tgcgtagccg	acctgagagg	gtgaccggcc
301	acactgggac	tgagacacgg	nccagactcc	tacgggaggc	agcagtaggg	aattttccac
361	aatggacgaa	agtctgatgg	agcaacgccg	cgtgaacgat	gaaggtcttc	ngattgtaaa
421	gttctgttgt	tagggacgaa	caagtaccgn	tcgaataggg	cggtaccttg	acggtacntg
481	acgagaaagc	cacggctaac	tacgtgccag	cagccgcggt	aatacgtagg	tggcaagcgt
541	tgtccggatt	tattgggcgt	aaagcgcgcg	caggcggcta	tgtaagtctg	gtgttaaagc
601	ccggagctca	actccggttc	gcatcggaaa	ctgtgtagct	tgantgcaga	agaggaaagc
661	ggtattccac	gtgtagcggt	gaaatgcgta	gagatgtgga	ggaacaacag	tggcganggc
721	ggctttctgg	tctgtaactg	acgctgaggc	gcgaaagcgt	ggggagcaaa	caggattaga
781	taccctggta	gtccacgccg	caaacgatga	gtgctaggtg	ttgggggttt	caataccctc
841	agtgccgcag	ctaacgcaat	aagcactccn	cctggggagt	acgctcgcaa	gagtgaaact
901	caaaggaatt	gacgggggcc	cgcacaagcg	gtggagcatg	tggtttaatt	cgaagcaacg
961	cgaagaacct	taccaggtct	tgacatcccg	ctgaccgctc	tggagacaga	gcttcccttc
1021	ggggcagcgg	tgacaggtgg	tgcatggttg	tcgtcagctc	gtgtcgtgag	atgttgggtt
1081	aagtcccgca	acgagcgcaa	cccttatttc	tagttgccag	cattcagttg	ggcactctag
1141	agagactgcc	gtcgacaaga	cggaggaagg	cggggatgac	gtcaaatcat	catgcccctt

1201	atgacctggg	ctacacacgt	gctacaatgg	ttggtacaac	gggatgctac	ctcgcgagag
1261	gacgccaatc	tcttaaaacc	aatctcagtt	cggattgtag	gctgcaactc	gcctacatga
1321	agtcggaatc	gctagtaatc	gcggatcagc	atgccgcggt	gaatacgttc	ccgggccttg
1381	tacacaccgc	ccgtcacacc	acnggagttt	gcaacaccc		

700. *Brevibacillus choshinensis*（千叶短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-6。*Brevibacillus choshinensis*（Takagi et al.，1993）Shida et al.，1996，comb. nov.（千叶短芽胞杆菌）= *Bacillus choshinensis* Takagi et al.，1993，sp. nov.。**★模式菌株：**HPD52 = ATCC 51359 = CIP 103838 = DSM 8552 = IFO（now NBRC）15518 = JCM 8505 = LMG 15968 = NCIMB 13345 = NRRL B-23247。**★16S rRNA 基因序列号：**AB112713。**★种名释意：***choshinensis* 意为模式菌株分离自日本千叶，故其中文名称为千叶短芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *choshinensis*，pertaining to Choshi，Japan，where it was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $HPD52^T$ 分离自日本千叶县铫子市的土壤。**★形态特征：**细胞杆状［（0.5～0.9）μm ×（2～4）μm］，严格好氧，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 NA 培养基上的菌落扁平，光滑。**★生理特性：**在 2% NaCl、50℃、pH 5.5～9.0 时能生长，生长温度最高为 45～55℃，在含 5% NaCl 和 30 μg/ml 四环素时不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。V-P 反应为阴性，V-P 反应的培养液变碱性。能利用柠檬酸和铵盐。硝酸盐还原为亚硝酸盐阴性；能水解酪蛋白、明胶、吐温 60、吐温 80。不能水解淀粉和尿素。利用下列碳水化合物产酸：D-葡萄糖、D-半乳糖、麦芽糖、蔗糖，但不能由 L-阿拉伯糖、乳糖、D-木糖和淀粉产酸。能碱性降解石蕊牛奶。存在特异的 S-层蛋白质。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.2 mol%～50.5 mol%，模式菌株的 G+C 含量为 48.2%。16S rRNA 基因序列如下。

1	cgaacgctgg	cggcgtgcct	aatacatgca	agtcgagcga	gtcncttcgg	nggctagcgg
61	cggacgggtg	agtaacacgt	aggcaacctg	cctctcagac	tgggataaca	tagggaaact
121	tatgctaata	ccggataggt	ttttggatcg	catgatccga	aaagaaaagg	cggcttcggc
181	tgtcactggg	agatgggcct	gcggcgcatt	agctagttgg	tggggtaacg	gcctaccaag
241	gcgacgatgc	gtagccgacc	tgagagggtg	accggccaca	ctgggactga	gacacggccc
301	agactcctac	gggaggcagc	agtagggaat	tttccacaat	ggacgaaagt	ctgatggagc
361	aacgccgcgt	gaacgatgaa	ggtcttcgga	ttgtaaagtt	ctgttgttag	ggacgaacaa
421	gtaccgttcg	aatagggcgg	taccttgacg	gtacctgacg	agaaagccac	ggctaactac
481	gtgccagcag	ccgcggtaat	acgtaggtgg	caagcgttgt	ccggatttat	tgggcgtaaa
541	gcgcgcgcag	gcggctatgt	aagtctggtg	ttaaagcccg	gagctcaact	ccggttcgca
601	tcggaaactg	tgtagcttga	gtgcagaaga	ggaaagcggt	attccacgtg	tagcggtgaa
661	atgcgtagag	atgtggagga	acaccagtgg	cgaaggcggc	tttctggtct	gtaactgacg
721	ctgaggcgcg	aaagcgtggg	gagcaaacag	gattagatac	cctggtagtc	cacgccgtaa
781	acgatgagtg	ctaggtgttg	gggtttcaa	taccctcagt	gccgcagcta	acgcaataag
841	cactccgcct	ggggagtacg	ctcgcaagag	tgaaactcaa	aggaattgac	gggggcccgc
901	acaagcggtg	gagcatgtgg	tttaattcga	agcaacgcga	agaaccttac	caggtcttga

961	catcccgctg	accgctctgg	agacagagct	tcccttcggg	gcagcggtga	caggtggtgc
1021	atggttgtcg	tcagctcgtg	tcgtgagatg	ttgggttaag	tcccgcaacg	agcgcaaccc
1081	ttatttctag	ttgccagcat	tcagttgggc	actctagaga	gactgccgtc	gacaagacgg
1141	aggaaggcgg	ggatgacgtc	aaatcatcat	gccccttatg	acctgggcta	cacacgtgct
1201	acaatggttg	gtacaacggg	atgctacctc	gcgaggggac	gccaatctct	taaaaccaat
1261	ctcagttcgg	attgtaggct	gcaactcgcc	tacatgaagt	cggaatcgct	agtaatcgcg
1321	gatcagcatg	ccgcggtgaa	tacgttcccg	ggccttgtac	acaccgcccg	tcacaccacg
1381	ggagtttgca	acacccgaag	tcggtgaggt	aaccgcaagg	agccagccgc	cgaaggtggg
1441	gtagatgact	ggggtgaagt	cgtaacaagg	tatccgtacc	ggaagg	

701. *Brevibacillus fluminis*（流水短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-7。*Brevibacillus fluminis* Choi et al.，2010，sp. nov.（流水短芽胞杆菌）。**★模式菌株：**CJ71 = JCM 15716 = KACC 13381。**★16S rRNA 基因序列号：**EU375457。**★种名释意：***fluminis* 为河流之意，故其中文名称为流水短芽胞杆菌（L. gen. n. *fluminis*，of a river）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $CJ71^T$ 分离自韩国汉江的入海河口湿地沉积物。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，杆状，严格好氧，能运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 NA 培养基上的菌落白色，圆形。**★生理特性：**生长温度为 20～45℃（最适 30℃），pH 为 5.0～8.0（最适 pH 7.0）。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐不能还原为亚硝酸盐。能水解酪蛋白，但不能水解 DNA、明胶、淀粉和七叶苷。不利用柠檬酸，不能降解芘。API 20NE 结果显示，能利用 N-乙酰葡萄糖胺和苯乙酸。下列酶活性为阳性：缬氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶和萘酚-AS-BI-磷酸水解酶。下列酶活性为阴性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、精氨酸双水解酶、脲酶、亮氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-半乳糖苷酶和 α-葡萄糖苷酶。API 50CH 结果显示，可以利用下列碳源：D-半乳糖、D-果糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁苷、熊果苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、海藻糖、菊糖、糖原、木糖醇、松二糖、L-岩藻糖和葡萄糖酸钾。不能利用下列碳源：甘油、赤藓糖醇、DL-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、D-葡萄糖、D-甘露糖、L-山梨糖、核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、七叶苷、D-乳糖、蜜二糖、蔗糖、松三糖、淀粉、苦杏仁糖、D-来苏糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、DL-阿糖醇、2-酮基葡萄糖酸钾和 5-酮基葡萄糖酸钾。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{14:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 52.4 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 $PDF25^T$ 属于 *Brevibacillus*，与 *Brevibacillus formosus* DSM 9885^T（96.9%）的亲缘关系最近。16S rRNA 基因序列如下。

1	tacatgcaag	tcgagcgagt	cccttcgggg	gctagcggcg	gacgggtgag	taacacgtag
61	gcaacctgcc	tgtaagactg	ggataacata	gggaaactta	tgctaatacc	agatagggtt
121	ttggatcgca	tgatccgaaa	cggaaagatg	gcgcaagcta	tcacttgcag	atgggcctgc
181	ggcgcattag	ctagttggtg	gggtaacggc	ctaccaaggc	gacgatgcgt	agccgacctg
241	agagggtgac	cggccacact	gggactgaga	cacggcccag	actcctacgg	gaggcagcag

301	tagggaattt	tccacaatgg	acgaaagtct	gatggagcaa	cgccgcgtga	acgatgaagg
361	ctctcgggtc	gtaaagttct	gttgttaggg	acgaacaagt	gccgttcgaa	tagggcggca
421	ccttgacggt	acctaacgag	aaagccacgg	ctaactacgt	gccagcagcc	gcggtaatac
481	gtaggtggca	agcgttgtcc	ggaattattg	ggcgtaaagc	gcgcgcaggc	ggttatgtaa
541	gtctgatgtt	aaagcccggg	gctcaacctc	ggtccgcatt	ggaaactgtg	taacttgagt
601	gcagaagagg	aaagtggtat	tccacgtgta	gcggtgaaat	gcgtagagat	gtggaggaac
661	accagtggcg	aaggcgactt	tctggtctgt	aactgacgct	gaggcgcgaa	agcgtgggga
721	gcaaacagga	ttagataccc	tggtagtcca	cgccgtaaac	gatgagtgct	aggtgttggg
781	ggtttcaata	ccctcagtgc	cgcagctaac	gcaataagca	ctccgcctgg	ggagtacgct
841	cgcaagagtg	aaactcaaag	gaattgacgg	gggcccgcac	aagcggtgga	gcatgtggtt
901	taattcgaag	caacgcgaag	aaccttacca	ggtcttgaca	tcccgctgac	cgctctggag
961	acagagcttc	ccttcggggc	agcggtgaca	ggtggtgcat	ggttgtcgtc	agctcgtgtc
1021	gtgagatgtt	gggttaagtc	ccgcaacgag	cgcaaccctt	atctttagtt	gccagcattc
1081	agttgggcac	tctagagaga	ctgccgtcga	caagacggag	gaaggcgggg	atgacgtcaa
1141	atcatcatgc	cccttatgac	ctgggctaca	cacgtgctac	aatggctggt	acaacgggat
1201	gctagctcgc	gagagtacgc	aaatctctta	aaaccagtct	cagttcggat	tgcaggctgc
1261	aactcgcctg	catgaagtcg	gaatcgctag	taatcgcgga	tcagcatgcc	gcggtgaata
1321	cgttcccggg	ccttgtacac	accgcccgtc	acaccacggg	agtttgcaac	acccgaagtc
1381	ggtgaggtaa	ccgcaaggag	ccagccgccg	aag		

702. *Brevibacillus formosus*（美丽短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-8。*Brevibacillus formosus*（Shida et al.，1995）Shida et al.，1996，comb. nov.（美丽短芽胞杆菌）= *Bacillus formosus*（ex Porter）Shida et al.，1995，sp. nov.，nom. rev.。**★模式菌株：**F12 = ATCC 51669 = CIP 104544 = DSM 9885 = IFO（now NBRC）15716 = JCM 9169 = LMG 16010 = NRRL NRS-863。**★16S rRNA 基因序列号：**AB112712。**★种名释意：***formosus* 为美丽之意，故其中文名称为美丽短芽胞杆菌（L. masc. adj. *formosus*，beautiful）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $F12^T$ 分离自土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，杆状［（0.5～0.9）μm ×（2.0～5.0）μm］，严格好氧，靠周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 NA 培养基上的菌落扁平，光滑，圆形，边缘整齐，不产生可溶性色素。**★生理特性：**生长温度为 30～45℃，最适为 30℃。最适 pH 5.5～5.6。在 2% NaCl、0.001%溶酶菌素和温度 50℃条件下生长受抑制。**★生化特性：**过氧化氢酶阳性，氧化酶阴性。不产生乙酰甲基甲醇、H_2S、吲哚和卵磷脂酵素。V-P 反应的培养液变碱性。可将硝酸盐还原成亚硝酸盐。可水解酪蛋白、明胶和 DNA。不分解淀粉、尿素、酪氨酸。可利用柠檬酸盐、乙酸盐、富马酸盐、L-苹果酸盐、琥珀酸盐、L-谷氨酸盐和α -酮戊二酸，部分菌株可利用 L-天冬氨酸和葡萄糖酸，不利用丙酸盐、DL-乳酸、藻酸盐和酒石酸。由 D-葡萄糖、D-果糖、麦芽糖和甘油产酸但不产气。由 L-阿拉伯糖、D-半乳糖、乳糖、蔗糖、D-木糖、海藻糖、D-甘露醇、D-纤维二糖、D-核糖、水杨苷、D-山梨醇、D-甘露糖、蜜二糖、L-鼠李糖、棉籽糖、肌醇、赤藓糖醇和核糖既不产酸也不产气。有特异的 S-层蛋白质存在。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。

★分子特性：DNA 的 G+C 含量为 46.8 mol%～47.2 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1 cgaacgctgg cggcgtgcct aatacatgca agtcgagcga gtctcttcgg aggctagcgg
61 cggacgggtg agtaacacgt aggcaacctg cctctcagac tgggataaca tagggaaact
121 tatgctaata ccggataggt ttttggatcg catgatncga aaagaaaagg cggcttcggc
181 tgtcactggg agatgggcct gcggcgcatt agctagttgg tggggtaacg gcctaccaag
241 gcgacgatgc gtagccgacc tgagagggtg accggccaca ctgggactga gacacggccc
301 agactcctac gggaggcagc agtagggaat tttccacaat ggacgaaagt ctgatggagc
361 aacgccgcgt gaacgatgaa ggtcttcgga ttgtaaagtt ctgttgttag ggacgaataa
421 gtaccgttcg aatagggcgg taccttgacg gtacctgacg agaaagccac ggctaactac
481 gtgccagcag ccgcggtaat acgtaggtgg caagcgttgt ccggatttat tgggcgtaaa
541 gcgcgcgcag gcggctatgt aagtctggtg ttaaagcccg gggctcaacc ccggttcgca
601 tcggaaactg tgtagcttga gtgcagaaga ggaaagcggt attccacgtg tagcggtgaa
661 atgcgtagag atgtggagga acaccagtgg cgaaggcggc tttctggtct gtaactgacg
721 ctgaggcgcg aaagcgtggg gagcaaacag gattagatac cctggtagtc cacgccgtaa
781 acgatgagtg ctaggtgttg gggggtttcaa taccctcagt gccgcagcta acgcaataag
841 cactccgcct ggggagtacg ctcgcaagag tgaaactcaa aggaattgac gggggcccgc
901 acaagcggtg gagcatgtgg tttaattcga agcaacgcga agaaccttac caggtcttga
961 catcccgctg accgctctgg agacagagct tcccttcggg gcagcggtga caggtggtgc
1021 atggttgtcg tcagctcgtg tcgtgagatg ttgggttaag tcccgcaacg agcgcaaccc
1081 ttatctttag ttgccagcat tcagttgggc actctagaga gactgccgtc gacaagacgg
1141 aggaaggcgg ggatgacgtc aaatcatcat gccccttatg acctgggcta cacacgtgct
1201 acaatggttg gtacaacggg atgctacctc gcgagaggac gccaatctct taaaaccaat
1261 ctcagttcgg attgtaggct gcaactcgcc tacatgaagt cggaatcgct agtaatcgcg
1321 gatcagcatg ccgcggtgaa tacgttcccg ggccttgtac acaccgcccg tcacaccacg
1381 ggagtttgca acacccgaag tcggtgaggt aaccgcaagg agccagccgc cgaaggtggg
1441 gtagatgact ggggtgaagt cgtaacaagg tatccgtacc ggaagg

703. *Brevibacillus fulvus*（黄褐短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-9。*Brevibacillus fulvus* Hatayama et al.，2014，sp. nov.（黄褐短芽胞杆菌）。**★模式菌株：**K2814 = JCM 18162 = ATCC BAA-2417 = DSM 25523。**★16S rRNA 基因序列号：**AB688095。**★种名释意：***fulvus* 为黄褐色（菌落）之意，故其中文名称为黄褐短芽胞杆菌（L. masc. adj. *fulvus*，tawny，and by extension brown，reflecting the colour of colonies）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 K2814^{T} 分离自日本冲绳超高温堆肥处理的堆肥中。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，好氧，以周生鞭毛运动，形成芽胞，杆状［（0.5～0.8）μm ×（2.0～5.0）μm］，单生或成对。芽胞椭圆形［（1.0～1.2）μm ×（2.0～2.2）μm］，端生，胞囊膨大。在 MTY 琼脂平板上 45℃生长 3 d 的菌落圆形，有光泽，扁平，中心褐色，边缘亮黄色（或米黄色），直径为 1～4 mm；在 GYE 琼脂平板上 45℃生长 3 d 的菌落圆形，有光泽，扁平，浅黄色，直径为 1～4 mm。**★生理特性：**生长 pH 为 5.0～9.0（最适 pH 5.0～6.0），温度为 20～55℃（最适 40～45℃），NaCl 浓度为 0～1%。产不溶性棕色色素。**★生化特性：**能水解七叶苷、DNA 和酪蛋白，不能水解淀粉、吐温 80 和 L-酪氨

酸（MTY 培养基）。过氧化氢酶和氧化酶为阳性，产 H_2S（MTY 培养基）。能利用柠檬酸。V-P 反应为阴性。明胶水解为阳性，但下列反应均为阴性：脲酶、精氨酸双水解酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、硝酸盐还原、产吲哚和葡萄糖发酵（API 20NE）。由 L-鼠李糖产酸。由下列物质产酸可变（模式菌株阴性）：D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-甘露醇、D-核糖、蔗糖、D-木糖。不能由下列物质产酸：DL-阿拉伯糖、甘油、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、棉籽糖、D-山梨醇、L-山梨糖和海藻糖。API 50 CH 系统中的碳源均不能产酸。Biolog GP2 结果显示，能利用 L-苹果酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7，少量的呼吸醌为 MK-8。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{17:0}$。细胞壁含 *meso*-二氨基庚二酸。极性脂为磷脂酰甲基乙醇胺、磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、一种未知磷脂、三种未知极性脂、一种未知氨基磷脂和一种未知氨脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.8 mol%～49.8 mol%。模式菌株的 G+C 含量为 48.8 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 K2814^T 属于 *Brevibacillus*，与 *Brevibacillus levickii* LMG 22481^T（97.3%）的亲缘关系最近。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 K2814^T 与包括 *B. levickii* LMG 22481^T 在内的 *Brevibacillus* 种类的 DNA-DNA 杂交关联度低于 59%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     acgaacgctg  gcggcgtgcc  taatacatgc  aagtcgagcg  agggtcttcg  gaccctagcg
61    gcggacgggt  gagtaacacg  taggcaacct  gcccgtaaga  ccgggataac  atagggaaac
121   ttatgctaat  accggatagt  gtatttctcc  gcatggagaa  gtacggaaag  gtggcgcaag
181   ctactactta  cggatgggcc  tgcggcgcat  tagctagttg  gtggggtaat  ggcctaccaa
241   ggcaacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt  gaccggccac  actgggactg  agacacggcc
301   cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  ttttccacaa  tgggcgaaag  cctgatggag
361   caacgccgcg  tgaacgatga  aggtcttcgg  attgtaaagt  tctgttgtta  gggacgaaca
421   agtatcgttc  gaatagggcg  gtaccttgac  ggtacctgac  gagaaagcca  cggctaacta
481   cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtaggtg  gcaagcgttg  tccggaatta  ttgggcgtaa
541   agcgcgcgca  ggcggttcgg  taagtctggt  gttaaagccc  ggggctcaac  cccggtacgc
601   attggaaact  gtcggacttg  agtgcagaag  aggaaagcgg  aattccacgt  gtagcggtga
661   aatgcgtaga  gatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaggcgg  ctttctggtc  tgtaactgac
721   gctgaggcgc  gaaagcgtgg  ggagcaaaca  ggattagata  ccctggtagt  ccacgccgta
781   aacgatgagt  gctaggtgtt  gggggtttca  ataccctcag  tgccgcagct  aacgcaataa
841   gcactccgcc  tggggagtac  gctcgcaaga  gtgaaactca  aaggaattga  cgggggcccg
901   cacaagcggt  ggagcatgtg  gtttaattcg  aagcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg
961   acatcccact  gaccgtccta  gagatagggc  ttcccttcgg  ggcagtggtg  acaggtggtg
1021  catggttgtc  gtcagctcgt  gtcgtgagat  gttgggttaa  gtcccgcaac  gagcgcaacc
1081  cttatcttta  gttgccagca  ttcagttggg  cactctagag  agactgccgt  cgacaagacg
1141  gaggaaggcg  gggatgacgt  caaatcatca  tgccccttat  gacctgggct  acacacgtgc
1201  tacaatggct  ggtacaacgg  gatgctaact  cgcgagagta  cgccaatctc  ttaaaaccag
1261  tctcagttcg  gattgcaggc  tgcaactcgc  ctgcatgaag  tcggaatcgc  tagtaatcgc
1321  ggatcagcat  gccgcggtga  atacgttccc  gggccttgta  cacaccgccc  gtcacaccac
1381  gggagtttgc  aacacccgaa  gtcggtgagg  taaccgcaag  gagccagccg  ccgaaggtgg
1441  ggtagatgac  tggggtg
```

704. *Brevibacillus ginsengisoli*（人参土短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-10。*Brevibacillus ginsengisoli* Baek et al.，2006，sp. nov.（人参土短芽胞杆菌）。**★模式菌株：**Gsoil 3088 = KCTC 13938 = LMG 23403。**★16S rRNA 基因序列号：**AB245376。**★种名释意：***ginsengisoli* 中 *ginsengum* 为人参之意，*solum* 为土壤之意，故其中文名称为人参土短芽胞杆菌（N.L. n. *ginsengum*，ginseng；L. n. *solum*，soil；N.L. gen. n. *ginsengisoli*，of the soil of a ginseng field，the source of the organism）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Gsoil 3088^T 分离自韩国南部抱川省的人参土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，好氧或兼性厌氧，能运动，稍微弯曲的杆状［(0.3～0.5) μm × (3.5～5.0) μm］。芽胞中生或次端生，胞囊膨大。在 R2A 培养基上的菌落圆形，光滑，平坦，白色。**★生理特性：**生长温度为 20～42℃，在 4℃或者 45℃中不生长。pH 为 5.0～8.5。在盐浓度为 2%时能生长，当盐浓度达到 4%时不生长。能在无氮厌氧环境中生长。**★生化特性：**不能水解 DNA、几丁质、木聚糖、淀粉、纤维素。能还原硝酸盐。能利用下列碳源：丙氨酸、N-甲基-D-葡萄糖胺。不能利用下列碳源：D-葡萄糖酸、2-酮基葡萄糖酸、DL-乳酸、麦芽糖、甘露醇、苯乙酸、蔗糖。下列反应为阴性：精氨酸水解、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、柠檬酸盐利用、产 H_2S 和吲哚、色氨酸脱氨酶、产 3-羟基丁酮（V-P 反应）、己二酸利用。API 50 CH 和 ID 32GN 结果显示，能利用下列碳源：甘油、葡萄糖、水杨苷、乙酸钠、L-丝氨酸、戊酸、L-组氨酸、β-羟基丁酸酯和 L-脯氨酸。不能利用下列碳源：赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、核糖、D-木糖、L-木糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-半乳糖、D-果糖、山梨糖、鼠李糖、甘露糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、D-麦芽糖、D-乳糖、D-蜜二糖、L-海藻糖、D-阿拉伯糖、松三糖、D-蜜三糖、糖原、木糖醇、苦杏仁糖、D-松二糖、D-木糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、亚甲基丁二酸、辛二酸、3-羟基苯甲酸、丙酸、癸酸、柠檬酸和 4-羟基苯甲酸。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{14:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 52.1 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 Gsoil 3088^T 属于 *Brevibacillus*，与 *Brevibacillus centrosporus*（96.6%）、*Brevibacillus borstelensis*（96.3%）、*Brevibacillus parabrevis*（96.1%）、*Brevibacillus formosus*（96.1%）、*Brevibacillus brevis*（96.1%）和 *Brevibacillus laterosporus*（96.0%）的亲缘关系最近。16S rRNA 基因序列如下。

```
1    taatacatgc  aagtcgagcg  agggtcttcg  gaccctagcg  gcggacgggt  gagtaacacg
61   taggcaacct  gcctgtaaga  ctgggataac  atagggaaac  ttatgctaat  accggatagg
121  gtgtcncctc  gcatgaggag  atacggaaag  atggcgcaag  ctatcactta  cagatgggcc
181  tgcggcgcat  tagctagttg  gtggggtaac  ggcctaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac
241  ctgagagggt  gaccggccac  actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag
301  cagtagggaa  ttttccacaa  tggacgaaag  tctgatggag  caacgccgcg  tgaacgatga
361  aggtcttcgg  attgtaaagt  tctgttgtta  gggacgaaac  agtgccgttc  gaatagggcg
421  gcaccttgac  ggtacctaat  tagaaagcca  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa
481  tacgtaggtg  gcaagcgttg  tccggattta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggctatg
```

```
541    taagtctgat  gttaaagccc  gaggctcaac  ctcggttcgc  attggaaact  gtgtagcttg
601    agtgcagaag  aggaaagcgg  tattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg
661    aacaccagtg  gcgaaggcgg  ctttctggtc  tgtaactgac  gctgaggcgc  gaaagcgtgg
721    ggagcaaaca  ggattagata  ccctggtagt  ccacgctgta  aacgatgagt  gctaggtgtt
781    gggggggtacc acctcagtg  ccgcagctaa  cgcaataagc  actccgcctg  gggagtacgc
841    tcgcaagagt  gaaactcaaa  ggaattgacg  ggggcccgca  caagcggtgg  agcatgtggt
901    ttaattcgaa  gcaacgcgaa  gaaccttacc  aggtcttgac  atcccgctga  ycgtcctaga
961    gatagggctt  cccttcgggg  cagcggtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt
1021   cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tatctttagt  tgccagcatt
1081   cagttgggca  ctctagagag  actgccgtcg  acaagacgga  ggaaggcggg  gatgacgtca
1141   aatcatcatg  ccccttatga  cctgggctac  acacgtgcta  caatggctgg  tacaacggga
1201   tgctagctcg  cgagagtacg  ccaatctctt  aaaaccagtc  tcagttcgga  ttgtaggctg
1261   caactcgcct  acatgaagtc  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat
1321   acgttcccgg  gccttgtaca  caccgcccgt  cacaccacgg  gagtttgcaa  cacccgaagt
1381   cggtgaggta  accgcaagga  gccagccgcc  gaaggtgggg  tagatgactg  gggtgaagtc
1441   gtaacaaggt  atccgt
```

705. *Brevibacillus invocatus*（发酵污染短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-11。*Brevibacillus invocatus* Logan et al.，2002，sp. nov.（发酵污染短芽胞杆菌）。**★模式菌株：**B2156 = CIP 106911 = JCM 12215 = LMG 18962 = NCIMB 13772。**★16S rRNA 基因序列号：**AF378232。**★种名释意：***invocatus* 为模式菌株是发酵工业的污染物之意，故其中文名称为发酵污染短芽胞杆菌（L. masc. adj. *invocatus*，uninvited，referring to the isolation of strains of this organism as contaminants of an industrial fermentation）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 B2156^T 分离自工厂发酵污染物。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，严格好氧，能运动，细胞杆状。芽胞次端生，偶尔端生，胞囊膨大。培养 3～4 d 后菌落直径达到 1～8 mm，稍凸起，边缘稍不规则，黄褐色，有的在边缘处有白色的圈，呈奶油状，表面光滑，中央不透明，边缘半透明。**★生理特性：**生长温度为 15～35℃，pH 为 6.0～8.5。能在常规培养基中生长，如营养琼脂和大豆胰蛋白酶水解物培养基。在 30℃培养时初始生长很慢，24 h 后快速生长，**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，硝酸盐还原和产吲哚试验为阴性。不能水解下列物质：酪蛋白、明胶、淀粉、尿素。氨基酸和一些有机酸被用作唯一碳源，少数碳源能产酸。API 100 结果表明，可利用下列碳源：DL-3-羟基丁酸、谷氨酸、2-酮戊二酸、DL-乳酸、甘露醇、苯乙酸、L-脯氨酸、奎尼酸、D-核糖、L-酪氨酸、L-丙氨酸。能利用丙酸盐和 L-丝氨酸。利用 2-酮基-D-葡萄糖酸盐、L-鼠李糖和琥珀酸盐的能力可变。偶尔能利用下列物质：核糖醇、氨基丁酸、L-天冬氨酸、D-果糖、富马酸、D-半乳糖酸、谷氨酸、L-苹果酸、丙二酸、异麦芽酮糖、海藻糖、木糖。不能利用下列物质：N-乙酰-D-葡萄糖胺、顺式乌头酸、反式乌头酸、D-丙氨酸、5-氨基戊酸、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、苯甲酸酯、甜菜碱、癸酸、辛酸、D-纤维二糖、柠檬酸、香豆酸、半乳糖醇、赤藓糖醇、乙醇胺、L-岩藻糖、半乳糖、β-苦杏仁苷、龙胆酸、D-葡萄糖、D-葡萄糖胺、D-葡萄糖醛酸、D-葡萄糖酸、戊二

酸、甘油、组胺、L-组氨酸、3-羟基苯甲酸、4-对羟基苯甲酸、羟基喹啉-β-葡萄糖酸、肌醇、5-酮基-D-葡萄糖酸盐、α-乳酸、亚甲基丁二酸、乳果糖、D-木糖、松三糖、D-甘露糖、甲基-α-吡喃半乳糖苷、甲基-β-吡喃半乳糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、甲基-β-D-吡喃葡萄糖苷、甲基-D-吡喃葡萄糖、D-苹果酸、麦芽糖醇、麦芽糖、麦芽三糖、D-蜜二糖、黏酸、3-苯丙酸、茶多酚、腐胺、D-蜜三糖、D-葡萄糖二酸、D-山梨醇、山梨糖、蔗糖、D-己酮糖、D-酒石酸、L-酒石酸、*meso*-酒石酸、均丙三羧酸、葫芦巴碱、色胺、色氨酸、D-松二糖和木糖醇。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{14:0}$、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{17:1\omega10c}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 49.7 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1 gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc ragkgyyttm rgassctagc
61 ggcggacggg tgagtaacac gtaggcaacc tgcccataag acygggataa catagggaaa
121 cttatgctaa taccggatag agtcttctcc cgcatgagag aagacggaaa ggtggcgcaa
181 gctaccactt gtggatgggc ctgcggcgca ttagctagtt ggtggggtaa cggcctacca
241 aggcgacgat gcgtagccga cctgagaggg tgaccggcca cactgggact gagacacggc
301 ccagactcct acgggaggca gcagtaggga attttccaca atggacgaaa gtctgatgga
361 gcaacgccgc gtgaacgatg aaggccttcg ggttgtaaag ttctgttgtc agggacgaac
421 aagtaccgtt cgaayagggc ggtaccttga cggtacctga cgagaaagcc acggctaact
481 acgtgccagc agccgcggta atacgtaggt ggcaagcgtt gtccggattt attgggcgta
541 aagcgcgcgc aggcggctat gtaagtctgg tgttaaagcc cggggctcaa ccccggttcg
601 catcggaaac tgtgtagctt gagtgcagaa gaggaaagcg gtattccacg tgtagcggtg
661 aaatgcgtag agatgtggag gaacaccagt ggcgaaggcg gctttctggt ctgtaactga
721 cgctgaggcg cgaaagcgtg gggagcaaac aggattagat accctggtag tccacgccgt
781 aaacgatgag tgctaggtgt taggggtttc aataccctta gtgccgcagc taacgcaata
841 agcactccgc ctggggagta cggtcgcaag actgaaactc aaaggaattg acgggggccc
901 gcacaagcgg tggagcatgt ggtttaattc gaagcaacgc gaagaacctt accaggtctt
961 gacatcccgc tgaccgctct ggagacagag cttcccttcg ggcagcggt gacaggtggt
1021 gcatggttgt cgtcagctcg tgtcgtgaga tgttgggtta agtcccgcaa cgagcgcaac
1081 ccttatcttt agttgccagc attcagttgg gcactctaga gagactgccg tcgacaagac
1141 ggaggaaggc ggggatgacg tcaaatcatc atgcccctta tgacctgggc tacacacgtg
1201 ctacaatggt tggtacaacg ggatgctacc tcgcgagagg atgccaatct cttaaaacca
1261 atctcagttc ggattgtagg ctgcaactcg cctacatgaa gtcggaatcg ctagtaatcg
1321 cggatcagca tgccgcggtg aatacgttcc cgggccttgt acacaccgcc cgtcacacca
1381 cgggagtttg caacacccga agtcggtgag gtaaccgcaa ggagccagcc gccgaaggtg
1441 gggtagatga ctggggtgaa gtcgtaacaa ggtatccgta ccggaagg

706. *Brevibacillus laterosporus*（侧胞短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-12。*Brevibacillus laterosporus*（Laubach，1916）Shida et al.，1996，comb. nov.（侧胞短芽胞杆菌）= *Bacillus laterosporus* Laubach，1916，species。**★模式菌株：**ATCC 4517 = ATCC 64 = ATCC 8248 = CCM 2116= BCRC（formerly CCRC）10607 = CCUG 7421 = CFBP 4222 = CIP 52.83 = DSM 25 = HAMBI 1882 = IAM 12465 = IFO（now NBRC）15654 = JCM 2496 = LMG 6931 = LMG 16000 = NCCB 75013 = NCCB 48016 =

NCIMB 8213 = NCIMB 9367（formerly NCDO 1763）= NCTC 6357 = NRRL NRS-314 = NRRL NRS-340 = VKM B-499。**★16S rRNA 基因序列号：**D16271。**★种名释意：***laterosporus* 中 *latus* 为侧边之意，*spora* 为芽胞之意，故其中文名称为侧胞短芽胞杆菌［L. n. *latus lateris*，the side；N.L. n. *spora*（from Gr. n. *spora*），a seed and in biology a spore；N.L. masc. adj. *laterosporus*，with lateral spores］。

【种类描述】★菌株来源：该种的不同菌株可以分离自土壤、盐田、自来水、患病蜜蜂、蜜蜂幼虫、其他昆虫、食物、纸制品、海洋环境和眼部感染。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性或可变，杆状，依靠周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 NA 培养基上菌落平坦，光滑，黄灰色，无可溶性色素产生。**★生理特性：**最适生长温度为 30℃，最适生长 pH 7.0。5% NaCl 条件下生长受到抑制。**★生化特性：**不产生 H_2S 和吲哚。将硝酸盐还原为亚硝酸盐是可变的。水解酪蛋白、明胶和淀粉是可变的。分解酪氨酸是可变的。从不同的糖源中可产酸但不产气体。具有特异性的 S-层蛋白质。**化学特征：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.8 mol%～57.4 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gagggtcttc  ggaccctagc
61    ggcggacggg  tgagtaacac  gtaggcaacc  tgcctgtaag  actgggataa  catagggaaa
121   cttatgctaa  taccggatag  ggttttgctt  cgcctgaagc  gaaacggaaa  gatggcgcaa
181   gctatcactt  acagatgggc  ctgcggcgca  ttagctagtt  ggtgaggtaa  nggctcacca
241   aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgaccggcca  cactgggact  gagacacggc
301   ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  attttccaca  atggacgaaa  gtctgatgga
361   gcaacgccgc  gtgaacgatg  aaggctttcg  ggtcgtaaag  ttctgttgtt  agggaagaaa
421   cagtgctatt  taaataaggt  agcaccttga  cggtacctaa  ccagaaagcc  acggctaact
481   acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggt  ggcaagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta
541   aagcgcgcgc  aggtggctat  gtaagtctga  tgttaaagcc  cgaggctcaa  cctcggttcg
601   cattggaaac  tgtgtagctt  gagtgcagga  gaggaaagtg  gtattccacg  tgtagcggtg
661   aaatgcgtag  agatgtggag  gaacaccagt  ggcgaaggcg  actttctggc  ctgtaactga
721   cactgaggcg  cgaaagcgtg  gggagcaaac  aggattagat  accctggtag  tccacgccgt
781   aaacgatgag  tgctaggtgt  taggggtttc  aataccctta  gtgccgcagc  taacgcaata
841   agcactccgc  ctggggagta  cgctcgcaag  agtgaaactc  aaaggaattg  acgggggccc
901   gcacaagcgg  tggagcatgt  ggtttaattc  gaagcaacgc  gaagaacctt  accaggtctt
961   gacatcccac  tgaccgctct  agagatagag  cttcccttcg  gggcagtggt  gacaggtggt
1021  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga  tgttgggtta  agtcccgcaa  cgagcgcaac
1081  ccttatcttt  agttgccagc  attcagttgg  gcactctaga  gagactgccg  tcgacaagac
1141  ggaggaaggc  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta  tgacctgggc  tacacacgtg
1201  ctacaatggt  tggtacaacg  ggatgctact  tcgcgagaag  atgctaatct  cttaaaacca
1261  atctcagttc  ggattgtagg  ctgcaactcg  cctacatgaa  gtcggaatcg  ctagtaatcg
1321  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc  cgggccttgt  acacaccgcc  cgtcacacca
1381  cgggagtttg  caacacccga  agtcggtgag  gtaaccgtaa  ggagccagcc  gccgaaggtg
1441  gggtagataa  ctggggtgaa  gtcgtaacaa
```

707. *Brevibacillus levickii*（利氏短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-13。*Brevibacillus levickii* Allan et al.，2005，sp. nov.（利氏短芽胞

杆菌）。**★模式菌株：**Logan B-1657 = CIP 108307 = LMG 22481。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ715378。**★种名释意：***levickii* 意为 Levick，旨在纪念英国生物学家 G. Murray Levick，故其中文名称为利氏短芽胞杆菌（N.L. gen. n. *levickii*，of Levick，named after G. Murray Levick，surgeon and biological scientist of Captain R. F. Scott's Northern Party，the first scientific expedition to visit the vicinity of Mt Melbourne in 1912）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 Logan B-1657^T 分离自南极洲北维多利亚陆地的地热土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，培养 48 h 后呈革兰氏阴性，圆杆状［（0.7～0.8）μm ×（2.0～5.0）μm］，单生、成对或链状生长。芽胞椭圆形，次端生或端生，胞囊膨大或微膨大。在 1/2 BFA 培养基上 40℃培养 48 h 后形成的菌落直径约 3 mm，浅黄色，圆形，扁平，表面亚光。**★生理特性：**最适生长温度为 40～45℃，最低生长温度为 15～20℃，最高生长温度为 50～55℃。生长 pH 为 4.5～6.5，最适 pH 为 5.0～5.5。菌株在 2%～3% NaCl 中生长受到抑制。生长微需氧。菌株在马血琼脂平板上具有部分溶血活性。**★生化特性：**过氧化氢酶为弱阳性。24 h 能水解明胶，弱水解淀粉，弱水解或不水解酪蛋白。API 20E 测试结果表明，能利用柠檬酸盐，V-P 试验为阳性，精氨酸双水解酶为阳性，能水解明胶，硝酸盐还原反应可变，不产 H_2S 和吲哚，ONPG 反应为阴性，赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶和色氨酸脱氨酶为阴性。API Biotype 100 测试结果表明，能利用下列化合物为碳源：D-葡萄糖、核糖醇、七叶苷、α-乳糖、D-丙氨酸、L-丙氨酸、L-阿糖醇、L-天冬氨酸、β-D-果糖、顺乌头酸盐、柠檬酸盐、富马酸盐、D-半乳糖、D-葡萄糖酸、D-葡萄糖醛、L-谷氨酸、DL-甘油酸、甘油、2-酮基-D-葡萄糖酸、5-酮基-D-葡萄糖酸、DL-乳酸、D-苹果酸、L-苹果酸、麦芽糖、麦芽三糖、D-甘露醇、D-甘露糖、*meso*-酒石酸盐、甲基-β-D-吡喃半乳糖苷、甲基-β-D-吡喃葡萄糖苷、N-乙酰基-D-葡萄糖胺、L-脯氨酸、腐胺、奎尼酸盐、L-丝氨酸、D-山梨醇、琥珀酸盐、蔗糖和反式-乌头酸。利用下列物质的活性可变：D-L-α-氨基-正丁酸、2-酮戊二酸、D-半乳糖、蜜二糖、黏酸盐、D-核糖、D-蔗糖、D-岩藻糖和 L-色氨酸。不能利用下列物质：赤藓糖醇、DL-α-氨基-正戊酸、α-D-蜜二糖、L-阿拉伯糖、D-阿糖醇、苯甲酸盐、甜菜碱、DL-β-羟基丁酸酯、癸酸盐、辛酸盐、D-纤维二糖、半乳糖醇、α-L-海藻糖、苦杏仁糖、D-葡萄糖胺、戊二酸盐、组胺、L-组氨酸、羟基喹啉-β-葡萄糖苷酸、亚甲基丁二酸、乳果糖、D-木糖、丙二酸盐、麦芽糖醇、间-香豆酸、D-松三糖、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、甲基-β-D-吡喃葡萄糖、甲基-α-D-吡喃半乳糖苷、间-羟基苯甲酸、肌醇、异麦芽酮糖、苯乙酸、对-羟基苯甲酸、丙酸盐、茶多酚、D-棉籽糖、α-L-鼠李糖、L-山梨糖、D-己酮糖、D-酒石酸、L-酒石酸、葫芦巴碱、色胺、D-松二糖、L-酪氨酸、木糖醇和 D-木糖。**化学特征：**细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 48.3 mol%～50.3 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gagksyyttc  ggwssctagc
61    ggcggacggg  tgagtaacac  gtaggcaacc  tgcccgtaag  accgggataa  catagggaaa
121   cttatgctaa  taccggatag  agtcttctcy  cgcatgggag  gagacggaaa  ggtggcgcaa
181   gctaccactt  acggatgggc  ctgcggcgca  ttagctagtt  ggtggggtaa  cggcctacca
241   aggcgacgat  gcgtagccga  cctgagaggg  tgaccggcca  cactgggact  gagacacggc
301   ccagactcct  acgggaggca  gcagtaggga  attttccaca  atggacgaaa  gtctgatgga
```

361	gcaacgccgc	gtgaacgatg	aaggtcttcg	gattgtaaag	ttctgttgtc	agggacgaac
421	aagtaccgtt	cgaatagggc	ggtaccttga	cggtacctga	cgagaaagcc	acggctaact
481	acggtgccag	cagccgcggt	aatacgtagg	tggcaagcgt	tgtccggaat	tattgggcgt
541	aaagcgcgcg	caggcggtcg	ggtaagtctg	atgttaaagc	ccggggctca	accccggttc
601	gcattggaaa	ctgcctgact	tgagtgcagg	agaggaaagc	ggtattccac	gtgtagcggt
661	gaaatgcgta	gagatgtgga	ggaacaccag	tggcgaaggc	ggctttctgg	cctgtaactg
721	acgctgaggc	gcgaaagcgt	ggggagcaaa	caggattaga	taccctggta	gtccacgccg
781	taaacgatga	gtgctaggtg	ttggggggttt	caataccctc	agtgccgcag	ctaacgcaat
841	aagcactccg	cctggggagt	acgctcgcaa	gagtgaaact	caaaggaatt	gacgggggcc
901	cgcacaagcg	gtggagcatg	tggtttaatt	cgaagcaacg	cgaagaacct	taccaggtct
961	tgacatcccg	ctgaccgtct	gagagatcag	gcttcccttc	ggggcagcgg	tgacaggtgg
1021	tgcatggttg	tcgtcagctc	gtgtcgtgag	atgttgggtt	aagtcccgca	acgagcgcaa
1081	cccttatctt	tagttgccag	cattcagttg	ggcactctag	agagactgcc	gtcgacaaga
1141	cggaggaagg	cggggatgac	gtcaaatcat	catgcccctt	atgacctggg	ctacacacgt
1201	gctacaatgg	ctggtacaac	gagatgctag	ctcgcgagag	tacgccaatc	tcttaaaacc
1261	agtctcagtt	cggattgtag	gctgcaactc	gcctacatga	agtcggaatc	gctagtaatc
1321	gcggatcagc	atgccgcggt	gaatacgttc	ccgggccttg	tacacaccgc	ccgtcacacc
1381	acgagagttt	gcaacacccg	aagtcggtga	ggtaaccgca	aggagccagc	cgccgaaggt
1441	ggggtagatg	attggggtga	agtcgtaaca	aggtatccgt	accggaagg	

708. *Brevibacillus limnophilus*（居湖短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-14。*Brevibacillus limnophilus* Goto et al.，2004，sp. nov.（居湖短芽胞杆菌）= *Brevibacillus brevis* strain DSM 6472。**★模式菌株：**DSM 6472 = NRRL NRS-887。**★16S rRNA 基因序列号：**AB112717。**★种名释意：***limnophilus* 中 *limnos* 为湖泊之意，*philus* 为喜爱之意，故其中文名称为居湖短芽胞杆菌［Gr. n. *limnos*，lake；N.L. adj. *philus -a-um*（from Gr. adj. *philos -ê -on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *limnophilus*，lake-loving］。

【种类描述】★菌株来源：无相关信息。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，严格好氧，杆状［（0.5～0.6）μm ×（2.2～4.0）μm］，能运动。芽胞椭圆形，次端生，胞囊膨大。在 NA 培养基上生长 48 h 的菌落直径为 3～4 mm，圆形，边缘整齐，光滑，凸起，透明，米白色。**★生理特性：**生长温度为 20～45℃，最适为 30～35℃。最适生长 pH 7.0～7.5，在 pH 为 6.0 或 8.5 时菌株不能生长。含 NaCl 浓度>2%（w/v）的 NB 培养基和厌氧条件下菌株不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶和脲酶为阴性。不能利用柠檬酸盐，硝酸盐不能被还原。能水解七叶苷和 DNA（弱），不能水解熊果苷、酪蛋白、明胶、淀粉和酪氨酸。由下列碳源产酸：甘油、L-阿拉伯糖、鼠李糖、核糖和 D-果糖。**化学特征：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.9 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株［*Brevibacillus brevis*］DSM 6472^T 与 *Brevibacillus* 其他种类的同源性为 95.4%～98.8%。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株［*Brevibacillus brevis*］DSM 6472 与 *Brevibacillus* 种类的关联度均低于<12%，因此，菌株［*Brevibacillus brevis*］DSM 6472 是 *Brevibacillus* 的一个独立种。16S rRNA 基因序列如下。

1	cgaacgctgg	cggcgtgcct	aatacatgca	agtcgagcgg	acttgtttgg	agcttgctcc
61	agacaggtta	gcggcggacg	ggtgagtaac	acgtaggcaa	cctgcctctc	agaccgggat
121	aacataggga	aacttatgct	aataccggat	aggttttcgg	atcgcatgat	ccgaaaagaa
181	aaggcggctt	ttcgctgtca	ctgggagatg	ggcctgcggc	gcattagcta	gttggtgggg
241	taacggccca	ccaaggcgac	gatgcgtagc	cgacctgaga	gggtgaccgg	ccacactggg
301	actgagacac	ggcccagact	cctacgggag	gcagcagtag	ggaattttcc	acaatggacg
361	aaagtctgat	ggagcaacgc	cgcgtgaacg	atgaaggtct	tcggattgta	aagttctgtt
421	gtcagggacg	aacaagtacc	gtttgaacaa	ggcggtacct	tgacggtacc	tgacgagaaa
481	gccacggcta	actacgtgcc	agcagccgcg	gtaatacgta	ggtggcaagc	gttgtccgga
541	attattgggc	gtaaagcgcg	cgcaggcggc	tatgtaagtc	tggtgttaaa	gcccggggct
601	caaccccggt	acgcatcgga	aactgtgtag	cttgagtgca	gaagaggaaa	gcggtattcc
661	acgtgtagcg	gtgaaatgcg	tagagatgtg	gaggaacacc	agtggcgaag	gcggctttct
721	ggtctgtaac	tgacgctgag	gcgcgaaagc	gtggggagca	aacaggatta	gataccctgg
781	tagtccacgc	cgtaaacgat	gagtgctagg	tgttgggggt	ttcaataccc	tcagtgccgc
841	agctaacgca	ataagcactc	cgcctgggga	gtacgctcgc	aagagtgaaa	ctcaaaggaa
901	ttgacggggg	cccgcacaag	cggtggagca	tgtggtttaa	ttcgaagcaa	cgcgaagaac
961	cttaccaggt	cttgacatcc	cgctgaccgc	tctggagaca	gagcttccct	tcggggcagc
1021	ggtgacaggt	ggtgcatggt	tgtcgtcagc	tcgtgtcgtg	agatgttggg	ttaagtcccg
1081	caacgagcgc	aacccttatc	tttagttgcc	agcattcagt	tgggcactct	agagagactg
1141	ccgtcgacaa	gacggaggaa	ggcggggatg	acgtcaaatc	atcatgcccc	ttatgacctg
1201	ggctacacac	gtgctacaat	ggttggtaca	acgggacgct	acctcgcgag	aggatgccaa
1261	tctctgaaaa	ccaatctcag	ttcggattgt	aggctgcaac	tcgcctacat	gaagtcggaa
1321	tcgctagtaa	tcgcggatca	gcatgccgcg	gtgaatacgt	tcccgggcct	tgtacacacc
1381	gcccgtcaca	ccacgggagt	ttgcaacacc	cgaagtcggt	gaggtaaccg	caaggagcca
1441	gccgccgaag	gtggggtaga	tgactggggt	gaagtcgtaa	caaggtatcc	gtaccggaag
1501	g					

709. *Brevibacillus massiliensis*（马赛短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-15。*Brevibacillus massiliensis* Hugon et al.，2013，sp. nov.（马赛短芽胞杆菌）。**★模式菌株：**phR = CSUR P177 = DSM 25447。**★16S rRNA 基因序列号：**JN837488。**★种名释意：***massiliensis* 意为模式菌株分离自法国马赛，故其中文名称为马赛短芽胞杆菌（L. gen. masc. n. *massiliensis*，pertaining to Massilia，the ancient Roman name for Marseille，France，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 phR^T 从法国马赛的一个患肥胖病女性患者的粪便菌群中分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，能运动，杆状（0.74 μm × 4.3 μm）。在含血 Columbia 培养基上形成的菌落直径为 0.8～1 mm。**★生理特性：**生长温度为 30～45℃，最适为 37℃。有氧条件下菌株生长最佳，含 5% CO_2 条件下菌株生长较弱，微量氧或厌氧条件下菌株不能生长。细胞对下列化合物敏感：青霉素 G、阿莫西林、阿莫西林+克拉维酸、头孢霉素、亚胺培南、红霉素、强力霉素、利福平、万古霉素、环丙沙星、庆大霉素和呋喃妥因。耐甲硝唑和甲氧/磺胺甲恶唑。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶、碱性磷酸酶、胱氨酸芳基酰胺酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶和吡嗪酰胺酶均为

阳性。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 53.1mol%。利用全基因组进行分类，进行比较的基因组包括 *Brevibacillus massiliensis*（5.05 Mb）、*Brevibacillus laterosporus*（5.14 Mb）、*Brevibacillus agri*（5.39 Mb）和 *Brevibacillus brevis*（6.29 Mb）。*Brevibacillus* 的 ANI 值为 67.17%～78.81%，而 *B. massiliensis* 与 *Brevibacillus* 其他种类的 ANI 值为 67.34%～71.14%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gatcctggct  caggacgaac  gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg  agcgaaggac
61    ttcggtcctt  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtaggca  acctgcccgt  cagacyggga
121   taacataggg  aaacttatgc  taataccaga  taggtttcts  gactgcatgg  taggaraagg
181   aaagayggcg  caagctgtca  cttggggatg  ggcctgcggc  gcattagctg  gttggcgggg
241   taacggccca  ccaaggcgac  gatgcgtagc  cgacctgaga  gggtgaccgg  ccacactggg
301   actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag  ggaattttcc  acaatggacg
361   aaagtctgat  ggagcaacgc  cgcgtgaacg  atgaaggcct  tcgggttgta  aagttctgtt
421   gtcagggacg  aacaagtacc  tgttcgaaca  gggcggtacc  ttgacggtac  ctgacgagaa
481   agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttgtccgg
541   aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  ctatgtaagt  ctgatgttaa  agcccggggc
601   tcaactccgg  ttcgcattgg  aaactgcgta  gcttgagtgc  agaagaggaa  agcggtattc
661   cacgtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcggctttc
721   tggtctgtaa  ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg
781   gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctag  gtgttggggg  tttcgatacc  ctcagtgccg
841   cagctaacgc  aataagcact  ccgcctgggg  agtacgctcg  caagagtgaa  actcaaagga
901   attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa
961   ccttaccagg  tcttgacatc  ccgctgaccg  tcctggagac  agggcttccc  ttcggggcag
1021  cggtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081  gcaacgagcg  caacccttat  ctttagttgc  cagcattcgg  ttgggcactc  tagagagact
1141  gccgtcgaca  agacggagga  aggcggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct
1201  gggctacaca  cgtgctacaa  tggctggtac  aacgggacgc  gagcccgcga  gggttagcca
1261  atctctgaaa  accagtctca  gttcggattg  caggctgcaa  ctcgcctgca  tgaagtcgga
1321  atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc  ttgtacacac
1381  cgcccgtcac  accacgagag  tttgcaacac  ccgaagtcgg  tgaggtaacc  gcaaggagcc
1441  agccgccgaa  ggtggggtag  atgattgggg  tgaagtc
```

710. *Brevibacillus nitrificans*（硝化短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-16。*Brevibacillus nitrificans* Takebe et al.，2012，sp. nov.（硝化短芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DA2 = JCM 15774 = NCIMB 14531。**★16S rRNA 基因序列号：**AB507254。**★种名释意：***nitrificans* 意为模式菌株具有硝化活性，故其中文名称为硝化短芽胞杆菌（N.L. part. adj. *nitrificans*，nitrifying，owing to the fact that the isolate possesses nitrification activity）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $DA2^T$ 分离自微生物处理的活性淤泥，具有硝化活性。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，以周生鞭毛运动，杆状［（0.5～0.7）μm ×（1.7～3.3）μm］。芽胞椭圆形，端生。NA 培养基上 27℃培养形成的菌落呈圆形、黄色、透明。**★生理特性：**菌株生长温度是 16～44℃、最适生长温度是 36～40℃；生长的 pH 是 5～8，

最适生长 pH 是 7；菌株在 3% NaCl 浓度下无法生长。★**生化特性**：过氧化氢酶和脲酶为阳性，能还原硝酸盐，氧化酶为阴性。不产 H_2S 和吲哚。能水解酪蛋白、明胶、DNA、七叶苷、吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐温 80，不能水解淀粉。由下列化合物产酸：D-葡萄糖、D-果糖、麦芽糖、蔗糖、海藻糖和 D-甘露醇。不能由下列化合物产酸：L-阿拉伯糖、D-甘露糖、D-木糖、棉籽糖、肌醇、半乳糖、L-鼠李糖、蜜二糖或山梨醇。能利用下列化合物：D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露醇、蔗糖、海藻糖和 N-乙酰葡萄糖胺。不能利用下列化合物：L-阿拉伯糖、D-甘露糖、葡萄糖酸盐、正癸酸、己二酸或 DL-苹果酸。API ZYM 测试结果表明下列酶活性为阳性：碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶和萘酚-AS-BI-磷酸水解酶。下列酶活性为阴性：酯酶（C14）、胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶（2-萘基-β-D-半乳糖苷酶和对硝基苯基 β-D-吡喃半乳糖苷酶）、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰- β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。**化学特征**：主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（18.6%）和 anteiso-$C_{15:0}$（69.1%）。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 54.1 mol%。16S rRNA 基因序列表明菌株 $DA2^T$ 与 *B. choshinensis*、*B. formosus*、*B. brevis*、*B. agri*、*B. reuszeri*、*B. parabrevis*、*B. centrosporus*、*B. limnophilus*、*B. panacihumi* 和 *B. invocatus* 的同源性分别为 99.7%、99.4%、99.4%、99.0%、98.8%、98.7%、98.6%、97.4%、97.3%和 97.3%。DNA-DNA 杂交结果显示菌株 $DA2^T$ 与上述菌株的关联度低于 60%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     caggacgaac  gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg  agcgagtctc  ttcggaggct
61    agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtaggca  acctgcctct  cagactggga  taacataggg
121   aaacttatgc  taataccgga  taggtttttg  gatcgcatga  tccgaaaaga  aaaggcggct
181   ttaagctgtc  actgggagat  gggcctgcgg  cgcattagct  agttggtggg  gtaatggcct
241   accaaggcga  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgaccg  gccacactgg  gactgagaca
301   cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaattttc  cacaatggac  gaaagtctga
361   tggagcaacg  ccgcgtgaac  gatgaaggtc  ttcggattgt  aaagttctgt  tgttagggac
421   gaacaagtac  cgttcgaata  gggcggtacc  ttgacggtac  ctgacgagaa  agccacggct
481   aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttgtccgg  atttattggg
541   cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  ctatgtaagt  ctggtgttaa  agcccggagc  tcaactccgg
601   ttcgcatcgg  aaactgtgta  gcttgagtgc  agaagaggaa  agcggtattc  cacgtgtagc
661   ggtgaaatgc  gtagagatgt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcggctttc  tggtctgtaa
721   ctgacgctga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg  gtagtccacg
781   ccgtaaacga  tgagtgctag  gtgttggggg  tttcaatacc  ctcagtgccg  cagctaacgc
841   aataagcact  ccgcctgggg  agtacgctcg  caagagtgaa  actcaaagga  attgacgggg
901   gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg
961   tcttgacatc  ccgctgaccg  ctctggagac  agagcttccc  ttcggggcag  cggtgacagg
1021  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc  gcaacgagcg
1081  caacccttat  ttctagttgc  cagcattcag  ttgggcactc  tagagagact  gccgtcgaca
1141  agacggagga  aggcggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct  gggctacaca
1201  cgtgctacaa  tggttggtac  aacgggatgc  tacctcgcga  gaggacgcca  atctcttaaa
1261  accaatctca  gttcggattg  taggctgcaa  ctcgcctaca  tgaagtcgga  atcgctagta
1321  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc  ttgtacacac  cgcccgtcac
```

1381	accacgggag	tttgcaacac	ccgaagtcgg	tgaggtaacc	gcaaggagcc	agccgccgaa
1441	ggtggggtag	atgactgggg	tgaagtcgta	acaaggtatc	cgtaccggaa	g

711. *Brevibacillus panacihumi*（人参土壤短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-17。*Brevibacillus panacihumi* Kim et al.，2009，sp. nov.（人参土壤短芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DCY35 = JCM 15085 = KCTC 13206。**★16S rRNA 基因序列号：**EU383033。**★种名释意：***panacihumi* 中 *Panax -acis* 为人参学名之意，*humus* 为土壤之意，故其中文名称为人参土壤短芽胞杆菌（N.L. n. *Panax -acis*，scientific name of ginseng；L. n. *humus*，soil；N.L. gen. n. *panacihumi*，of soil of a ginseng field）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DCY35^T 和 C17 是从韩国人参土壤中分离得到的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，好氧，杆状［（0.3～0.6）μm ×（4.0～10.0）μm］。芽胞椭圆形，次端生。在 R2A 和 LB 培养基 30℃培养 3 d 后形成的菌落呈圆形，黄色。**★生理特性：**生长温度为 15～42℃，最适为 30℃，在 4℃时无法生长。pH 为 5～9，最适 pH 7，在 pH 11 时菌株无法生长。NaCl 浓度高于 2%时，菌株生长受到抑制。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。甲基红和 V-P 试验为阴性。不产 H_2S 和吲哚。利用葡萄糖不产酸。硝酸盐不能被还原。能水解七叶苷，不能水解酪蛋白、明胶和吐温 80。下列酶活性为阳性：酸性磷酸酶、碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、萘酚- AS-BI-磷酸水解酶和 β-葡萄糖苷酶。下列酶活性为阴性：N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、精氨酸双水解酶、半胱氨酸芳基酰氨酶、DNA 酶、酯酶（C14）、赖氨酸脱羧酶、蛋白酶、胰蛋白酶、脲酶、缬氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、α-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶、β-半乳糖苷酶（PNPG）和 β-葡萄糖苷酸酶。能利用下列化合物：乙酸盐、己二酸盐、DL-3-羟基丁酸、葡萄糖、L-苹果酸盐、苯乙酸盐、正戊酸、D-甘露醇、D-甘露糖、N-乙酰基-D-葡萄糖胺、L-丙氨酸、L-脯氨酸和 L-鼠李糖。不能利用下列化合物：癸酸盐、柠檬酸盐、3-羟基苯甲酸，4-羟基苯甲酸、亚甲基丁二酸、2-酮基葡萄糖酸、5-酮基-葡萄糖酸盐、DL-乳酸盐、丙二酸盐、丙酸盐、辛二酸盐、L-阿拉伯糖、L-海藻糖、D-葡萄糖、麦芽糖、蜜二糖、D-核糖、蔗糖、肌醇、D-山梨醇、L-组氨酸、L-丝氨酸、糖原或水杨苷。**化学特征：**菌株 DCY35^T 和 C17 的主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（37.3%）、anteiso-$C_{15:0}$（32.9%）、iso-$C_{14:0}$（11.8%）和 iso-$C_{16:0}$（6.5%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 50.1 mol%～50.5 mol%。16S rRNA 基因序列表明菌株 DCY35^T 与 C17 的同源性为 99.9%，与 *B. invocatus* LMG 18962^T、*B. centrosporus* DSM 8445^T、*B. borstelensis* DSM 6347^T、*B. formosus* DSM 9885^T、*B. agri* DSM 6348^T、*B. brevis* DSM 30^T 和 *B. levickii* LMG 22481^T 的同源性分别为 98.9%、98.0%、97.6%、97.4%、97.3%、97.3%和 97.0%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gctcaggacg	aacgctggcg	gcgtgcctaa	tacatgcaag	tcgagcgagg	gtcttcggac
61	cctagcggcg	gacgggtgag	taacacgtag	gcaacctgcc	cataagactg	ggataacata
121	gggaaactta	tgctaatacc	ggatagagtc	ttctcccgca	tgagaggaga	cggaaaggtg
181	gcgcaagcta	ccacttgtgg	atgggcctgc	ggcgcattag	ctagttggtg	gggtaacggc
241	ccaccaaggc	gacgatgcgt	agccgacctg	agagggtgac	cggccacact	gggactgaga
301	cacggcccag	actcctacgg	gaggcagcag	tagggaattt	tccacaatgg	acgaaagtct

```
361   gatggagcaa  cgccgcgtga  acgatgaagg  tcttcggatt  gtaaagttct  gttgtcaggg
421   acgaacaagt  accgttcgaa  tagggcggta  ccttgacggt  acctgacgag  aaagccacgg
481   ctaactacgt  gccagcagcc  gcggtaatac  gtaggtggca  agcgttgtcc  ggaattattg
541   ggcgtaaagc  gcgcgcaggc  ggctatgtaa  gtctggtgtt  aaagcccggg  gctcaacccc
601   ggttcgcatc  ggaaactgtg  tagcttgagt  gcagaagagg  aaagcggtat  tccacgtgta
661   gcggtgaaat  gcgtagagat  gtggaggaac  accagtggcg  aaggcggctt  tctggtctgt
721   aactgacgct  gaggcgcgaa  agcgtgggga  gcaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca
781   cgccgtaaac  gatgagtgct  aggtgttggg  ggtttcaata  ccctcagtgc  cgcagctaac
841   gcaataagca  ctccgcctgg  ggagtacggt  cgcaagactg  aaactcaaag  gaattgacgg
901   gggcccgcac  aagcggtgga  gcatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca
961   ggtcttgaca  tcccgctgac  cgctctggag  acagagcttc  ccttcggggc  agcggtgaca
1021  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag
1081  cgcaaccctt  atctttagtt  gccagcattc  agttgggcac  tctagagaga  ctgccgtcga
1141  caagacggag  gaaggcgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca
1201  cacgtgctac  aatggttggt  acaacgggat  gctacctcgc  gagaggacgc  caatctctta
1261  aaaccaatct  cagttcggat  tgtaggctgc  aactcgccta  catgaagtcg  gaatcgctag
1321  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg  ccttgtacac  accgcccgtc
1381  acaccacggg  agtttgcaac  acccgaagtc  ggtgaggtaa  ccgcaaggag  ccagccgccg
1441  aaggtggggt  agatgactgg  ggtgaagtcg  tac
```

712. *Brevibacillus parabrevis*（副短短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-18。*Brevibacillus parabrevis*（Takagi et al.，1993）Shida et al.，1996，comb. nov.（副短短芽胞杆菌）= *Bacillus parabrevis* Takagi et al.，1993，sp. nov.。**★模式菌株：**ATCC 10027 = CIP 103840 = DSM 8376 = IFO（now NBRC）12334 = JCM 8506 = LMG 15971 = NCIMB 13346 = NRRL NRS-605 = NRRL NRS-815。**★16S rRNA 基因序列号：**AB112714。**★种名释意：***parabrevis* 中 *para* 为类似之意，*brevis* 为短小之意，故其中文名称为副短短芽胞杆菌［Gr. prep. *para*，alongside of，like；L. adj. *brevis*，short，and also a bacterial specific epithet；N.L. masc. adj. *parabrevis*，brevis-like，referring to *Bacillus*（now *Brevibacillus*）*brevis*］。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株的来源不详，其他菌株可以分离自临床和奶酪。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性或革兰氏可变，杆状［（0.5～0.9）μm ×（2～4）μm］，严格好氧，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，胞囊膨大。在 NA 培养基上菌落平坦、光滑和黄灰色，无可溶性色素产生。**★生理特性：**最适生长的 pH 为 7.0，最适生长温度为 30℃。最高生长温度为 45～55℃，在含 5% NaCl 和 30 μg/ml 的四环素时不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性。V-P 反应为阴性，V-P 反应的培养液变碱性。不产生 H_2S 和吲哚。可将硝酸盐还原为亚硝酸盐。可利用铵盐。能水解酪蛋白、明胶、DNA 和吐温 60，不能水解淀粉和尿素。不能利用柠檬酸。由 D-葡萄糖、海藻糖和 D-甘露醇产酸，不能由 L-阿拉伯糖、乳糖、D-木糖、D-果糖、D-半乳糖和淀粉产酸。存在特异的 S-层蛋白质。**★化学特性：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 51.3 mol%～53.3 mol%。模式菌株的 G+C 含量为 51.8 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcga  gggttttcgg  accctagcgg
61    cggacgggtg  agtaacacgt  aggcaacctg  cctctcagac  cgggataaca  tagggaaact
121   tatgctaata  ccggataggt  ttttggattg  catgatccga  aaagaaaaga  tggcttcggc
181   tatcactggg  agatgggcct  gcggcgcatt  agctagttgg  tggggtaacg  gcctaccaag
241   gcgacgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  accggccaca  ctgggactga  gacacggccc
301   agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  tttccacaat  ggacgaaagt  ctgatggagc
361   aacgccgcgt  gaacgatgaa  ggtcttcgga  ttgtaaagtt  ctgttgtcag  ggacgaacac
421   gtgccgttcg  aatagggcgg  taccttgacg  gtacctgacg  agaaagccac  ggctaactac
481   gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggtgg  caagcgttgt  ccggatttat  tgggcgtaaa
541   gcgcgcgcag  gcggctatgt  aagtctggtg  ttaaagcccg  gagctcaact  ccggttcgca
601   tcggaaactg  tgtagcttga  gtgcagaaga  ggaaagcggt  attccacgtg  tagcggtgaa
661   atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcggc  tttctggtct  gtaactgacg
721   ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc  cacgccgtaa
781   acgatgagtg  ctaggtgttg  gggtttcaa   taccctcagt  gccgcagcta  acgcaataag
841   cactccgcct  ggggagtacg  ctcgcaagag  tgaaactcaa  aggaattgac  gggggcccgc
901   acaagcggtg  gagcatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac  caggtcttga
961   catcccgctg  accgctctgg  agacagagct  tcccttcggg  gcagcggtga  caggtggtgc
1021  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg  agcgcaaccc
1081  ttatctttag  ttgccagcat  tcagttgggc  actctagaga  gactgccgtc  gacaagacgg
1141  aggaaggcgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta  cacacgtgct
1201  acaatggttg  gtacaacggg  atgctacctc  gcgagaggac  gccaatctct  gaaaaccaat
1261  ctcagttcgg  attgtaggct  gcaactcgcc  tacatgaagt  cggaatcgct  agtaatcgcg
1321  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tacgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg  tcacaccacg
1381  ggagtttgca  acacccgaag  tcggtgaggt  aaccgcaagg  agccagccgc  cgaaggtggg
1441  gtagatgact  ggggtgaagt  cgtaacaagg  tatccgtacc  ggaagg
```

713. *Brevibacillus reuszeri*（茹氏短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-19。*Brevibacillus reuszeri*（Shida et al.，1995）Shida et al.，1996，comb. nov.（茹氏短芽胞杆菌）= *Bacillus reuszeri* Shida et al.，1995，sp. nov.。**★模式菌株：**H.W. Reuszer Army strain 39 = ATCC 51665= CIP 104543= DSM 9887 = IFO（now NBRC）15719 = JCM 9170 = LMG 16012 = NRRL NRS-1206。**★16S rRNA 基因序列号：**AB112715。**★种名释意：***reuszeri* 意为 Reuszer，旨在纪念该种模式菌株的分离者 H.W. Reuszer，故其中文名称为茹氏短芽胞杆菌（N.L. gen. n. *reuszeri*，of Reuszer，referring to H.W. Reuszer who isolated the organism）。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株分离自土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性或可变，杆状，靠周生鞭毛运动。芽胞椭球形，胞囊膨大。在 NA 培养基上菌落平坦，光滑，黄灰色，无可溶性色素产生。**★生理特性：**最适生长的 pH 7.0，最适生长温度为 30℃。5% NaCl 条件下生长受到抑制。**★生化特性：**不产 H_2S 和吲哚。将硝酸盐还原为亚硝酸盐是可变的。水解酪蛋白、明胶和淀粉是可变的。分解酪氨酸是可变的。从不同的糖源中可产酸但不产气体。具有特异性的 S-层蛋白质。**★化学特性：**细胞的主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.8 mol%～

57.4 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1　cgaacgctgg　cggcgtgcct　aatacatgca　agtcgagcga　gtctcttcgg　aggctagcgg
61　cggacgggtg　agtaacacgt　aggcaacctg　cctctcagac　tgggataaca　tagggaaact
121　tatgctaata　ccggataggt　ttttggaccg　catggtccga　aaagaaaaga　tggcttcggc
181　tatcactggg　agatgggcct　gcggcgcatt　agctagttgg　tggggtaacg　gcctaccaag
241　gcgacgatgc　gtagccgacc　tgagagggtg　accggccaca　ctgggactga　gacacggccc
301　agactcctac　gggaggcagc　agtagggaat　tttccacaat　ggacgaaagt　ctgatggagc
361　aacgccgcgt　gaacgatgaa　ggtcttcgga　ttgtaaagtt　ctgttgttag　ggacgaataa
421　gtaccgttcg　aatagggcgg　taccttgacg　gtacctgacg　agaaagccac　ggctaactac
481　gtgccagcag　ccgcggtaat　acgtaggtgg　caagcgttgt　ccggatttat　tgggcgtaaa
541　gcgcgcgcag　gcggctatgt　aagtctggtg　ttaaagcccg　gagctcaact　ccggttcgca
601　tcggaaactg　tgtagcttga　gtgcagaaga　ggaaagcggt　attccacgtg　tagcggtgaa
661　atgcgtagag　atgtggagga　acaccagtgg　cgaaggcggc　tttctggtct　gtaactgacg
721　ctgaggcgcg　aaagcgtggg　gagcaaacag　gattagatac　cctggtagtc　cacgccgtaa
781　acgatgagtg　ctaggtgttg　gggggtttcaa　taccctcagt　gccgcagcta　acgcaataag
841　cactccgcct　ggggagtacg　ctcgcaagag　tgaaactcaa　aggaattgac　gggggcccgc
901　acaagcggtg　gagcatgtgg　tttaattcga　agcaacgcga　agaaccttac　caggtcttga
961　catcccgctg　accgctctgg　agacagagct　tccnttcggg　gcagcggtga　caggtggtgc
1021　atggttgtcg　tcagctcgtg　tcgtgagatg　ttgggttaag　tcccgcaacg　agcgcaaccc
1081　ttatctttag　ttgccagcat　tcagttgggc　actctagaga　gactgccgtc　gacaagacgg
1141　aggaaggcgg　ggatgacgtc　aaatcatcat　gccccttatg　acctgggcta　cacacgtgct
1201　acaatggttg　gtacaacggg　acgctagccc　gcgagggtat　gccaatctct　taaaaccaat
1261　ctcagttcgg　attgtaggct　gcaactcgcc　tacatgaagt　cggaatcgct　agtaatcgcg
1321　gatcagcatg　ccgcggtgaa　tacgttcccg　ggccttgtac　acaccgcccg　tcacaccacg
1381　ggagtttgca　acacccgaag　tcggtgaggt　aaccgcaagg　agccagccgc　cgaaggtggg
1441　gtagatgact　ggggtgaagt　cgtaacaagg　tatccgtacc　ggaagg

714. *Brevibacillus thermoruber*（热红短芽胞杆菌）

【种类编号】3-59-20。*Brevibacillus thermoruber*（Manachini et al.，1985）Shida et al.，1996，comb. nov.（热红短芽胞杆菌）= *Bacillus thermoruber*（ex Guicciardi et al.，1968）Manachini et al.，1985，sp. nov.，nom. rev.。**★模式菌株：**BT2 = MIM 30.8.38 = CIP 105255 = CIP 105298 = DSM 7064 = HAMBI 2105 = LMG 16910。**★16S rRNA 基因序列号：**Z26921。**★种名释意：***thermoruber* 中 *thermê* 为热之意，*ruber* 为红色之意，故其中文名称为热红短芽胞杆菌（Gr. n. *thermê*，heat；L. adj. *ruber*，red；N.L. masc. adj. *thermoruber*，heat-loving and red-pigment producing）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $BT2^T$ 从食用菌生产堆肥过程中分离出来。**★形态特征：**细胞革兰氏染色阳性，直杆状［（0.8～1.0）μm×（2.5～4.8）μm］。芽胞椭圆形［（0.9～1.2）μm×（1.4～1.7）μm］，端生或次端生，胞囊膨大。菌落红色，圆形，边缘整齐，凸起，有光泽，表面黏。**★生理特性：**生长温度为 34～58℃，最适温度为 45～48℃。在 5% NaCl 下可生长。生物素或硫胺素是生长必需物。**★生化特性：**硝酸盐还原、V-P 反应、产吲哚和 H_2S 产生、酪氨酸分解为阴性。过氧化氢酶为阳性。可利用 L-阿拉伯糖、D-果糖、D-半乳糖、

D-葡萄糖、甘油、肌醇、麦芽糖、甘露糖、D-核糖、海藻糖和 D-木糖作为唯一碳源。利用乙酸和琥珀酸是弱阳性。硫酸铵、尿素、蛋白胨、大豆胨和蛋白胨用作氮源。水解明胶、淀粉、酪蛋白为阳性。**★化学特性：**主要脂肪酸包括 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**G+C 含量为（57±0.8）mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      ctcaggacga  acgctggcgg  cgtgcctaat  acatgcaagt  cgagcggatc  tgtttgaagc
61     ttgcttcaga  caggttagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  taggcaacct  gcccgcaaga
121    ccgggataac  atagggaaac  ttatgctaat  accggatagg  gcaccttctc  gcatgagagg
181    gtgcggaaag  gtggcgcaag  ctaccacttg  cggatgggcc  tgcggcgcat  tagctagttg
241    gtggggtaac  ggcctaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt  gaccggccac
301    actgggactg  agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  ttttccacaa
361    tgggcgaaag  cctgatggag  caacgccgcg  tgaacgatga  aggtcttcgg  attgtaaagt
421    tctgttgtca  gggacgaaca  agtaccgttc  gaacagggcg  gtaccttgac  ggtacctgac
481    gagaaagccc  cggctaacta  cgtgccagca  gccgcggtaa  tacgtagggg  gcaagcgttg
541    tccggaatta  ttgggcgtaa  agcgcgcgca  ggcggtcggg  taagtctgat  gttaaagccc
601    ggggctcaac  cccggtacgc  attggaaact  gctcgacttg  agtgcagaag  aggaaagcgg
661    aattccacgt  gtagcggtga  aatgcgtaga  gatgtggagg  aacaccagtg  gcgaaggcgg
721    ctttctggtc  tgtaactgac  gctgaggcgc  gaaagcgtgg  ggagcaaaca  ggattagata
781    ccctggtagt  ccacgccgta  aacgatgagt  gctaggtgtt  gggggtttca  ataccctcag
841    tgccgcagct  aacgcaataa  gcactccgcc  tggggagtac  gctcgcaaga  gtgaaactca
901    aaggaattga  cgggggcccg  cacaagcggt  ggagcatgtg  gtttaattcg  aagcaacgcg
961    aagaacctta  ccaggtcttg  acatcccgct  gacccgccta  gagatagggc  gttcccttcg
1021   gggcagcggt  gacaggtggt  gcatggttgt  cgtcagctcg  tgtcgtgaga  tgttgggtta
1081   agtcccgcaa  cgagcgcaac  ccttatcttt  agttgccagc  attcagttgg  gcactctaga
1141   gagactgccg  tcgacaagac  ggaggaaggc  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta
1201   tgacctgggc  tacacacgtg  ctacaatggc  tggtacaacg  ggacgcaagc  ccgcgagggt
1261   aagccaatct  cttaaaacca  gtctcagttc  ggattgcagg  ctgcaactcg  cctgcatgaa
1321   gtcggaatcg  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc  cgggccttgt
1381   acacaccgcc  cgtcacacca  cgagagtttg  caacacccga  agtcggtgag  gtaaccgcaa
1441   ggagccagcc  gccgaaggtg  gggtagatga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa  ggtatccgta
1501   ccggaaggtg  cggc
```

六十、溪苔芽胞杆菌属（*Fontibacillus*）

【属特征描述】细胞革兰氏阳性或阴性，兼性厌氧，嗜中温，可运动，杆状。芽胞椭圆形，端生或次端生，胞囊膨大。过氧化氢酶为阴性，氧化酶为阳性。在含 3% NaCl 时不能生长。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺，中等含量的为氨基糖磷脂，还有一种氨基磷脂和一种未知脂类。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$，中等含量的有 $C_{14:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。DNA 的 G+C 含量为 41.9 mol%～45.8 mol%。模式种为 *Fontibacillus aquaticus*。**★属名释意：***Fontibacillus* 中 *fontis* 为温泉之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为溪苔芽胞杆菌属（L. masc. n. *fons fontis*，a spring，fountain；L. masc. n. *bacillus*，a rod；N.L.

masc. n. *Fontibacillus*，a rod-shaped bacterium isolated from a spring）。

715. *Fontibacillus aquaticus*（水域溪苔芽胞杆菌）

【种类编号】3-60-1。*Fontibacillus aquaticus* Saha et al.，2010，sp. nov.（水域溪苔芽胞杆菌）。**★模式菌株：**GPTSA 19 = DSM 17643 = MTCC 7155。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ023221。**★种名释意：***aquaticus* 意为模式菌株分离自水域，故其中文名称为水域溪苔芽胞杆菌（L. masc. adj. *aquaticus*，living，growing，or found in or by water，aquatic，referring to the isolation of the type strain from water）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 GPTSA 19^T 分离自印度阿萨姆邦的温泉水中。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，嗜常温，菌体大小为［（0.5～0.8）μm ×（3～5）μm］，单生或成对生长，可运动。在 TSBA 培养基中培养 36 h，菌落圆形、凸起且不透明，边缘不规则，奶白色。**★生理特性：**生长温度为 20～42℃，最适为 37℃。生长 pH 为 6.0～11.0。菌株可在 NaCl 浓度为 2.0%的（w/v）条件下生长，但在 5%（w/v）时不生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。不产吲哚和 H_2S，甲基红和 V-P 反应、由葡萄糖产气、柠檬酸和乙酸利用均为阴性。能水解淀粉、七叶苷和 ONPG（弱），但不能水解酪蛋白、尿素、明胶、吐温 20、吐温 40 或吐温 80。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。DNA 酶、苯丙氨酸脱氨酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸和鸟氨酸脱羧酶为阴性。由下列化合物产酸：熊果苷、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、苦杏仁糖、D-葡萄糖、糖原、麦芽糖、蜜二糖、棉籽糖、水杨苷和蔗糖。不能由下列化合物产酸：L-阿糖醇、菊糖、肌醇、D-甘露醇、L-鼠李糖、D-核糖、山梨醇、L-山梨糖、海藻糖、木糖醇或 D-木糖。**化学特征：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$、$C_{14:0}$和 iso-$C_{14:0}$。主要呼吸醌为 MK-7，磷脂质主要为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45.8 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 GPTSA 19^T 与 *Paenibacillus motobuensis* MC10^T（96.0%）的亲缘关系最近，与 *Paenibacillus* 其他种类的同源性均<95.8%，而且，菌株 GPTSA 19^T 主要极性脂，特别是氨基脂、糖脂和磷脂含量与 *Paenibacillus* 的模式种 *Paenibacillus polymyxa* 和亲缘关系最近的 *P. motobuensis* 差异显著，因此，建立了新属 *Fontibacillus* gen. nov.。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg  agcggacttg  atggagtgct  tgcactcctg
61    atggttagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  taggcaacct  gcctgtaaga  ccgggataac
121   tagcggaaac  gttagctaat  accggataat  ttatttcatc  gcatgatgga  ataatgaaag
181   acggagcaat  ctgtcactta  cggatgggcc  tgcggcgcat  tagctagttg  gtgaggtaac
241   ggctcaccaa  ggcgacgatg  cgtagccgac  ctgagagggt  gaacggccac  actgggactg
301   agacacggcc  cagactccta  cgggaggcag  cagtagggaa  tcttccgcaa  tggacgaaag
361   tctgacggag  caacgccgcg  tgagtgatga  aggttttcgg  atcgtaaagc  tctgttgcca
421   gggaagaacg  tccttaagag  taactgctta  aggagtgacg  gtacctgaga  agaaagcccc
481   ggctaactac  gtgccagcag  ccgcggtaat  acgtaggggg  caagcgttgt  ccggaattat
541   tgggcgtaaa  gcgcgcgcag  gcggtcgatt  aagtctggtg  tttaatcctg  gggctcaact
601   ccgggtcgca  ctggaaactg  gtagacttga  gtgcagaaga  ggaaagtgga  attccacgtg
661   tagcggtgaa  atgcgtagag  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcgac  tttctgggct
721   gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcaaacag  gattagatac  cctggtagtc
```

```
781   cacgccgtaa  acgatgaatg  ctaggtgtta  ggggtttcga  taccccttggt gccgaagtta
841   acacattaag  cattccgcct  ggggagtacg  gtcgcaagac  tgaaactcaa  aggaattgac
901   ggggacccgc  acaagcagtg  gagtatgtgg  tttaattcga  agcaacgcga  agaaccttac
961   caggtcttga  catccctctg  accgctgtag  agatatagct  ttccttcggg  acagaggaga
1021  caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg
1081  agcgcaaccc  ttaactttag  ttgccagcac  atgatggtgg  gcactctaga  gtgactgccg
1141  gtgacaaacc  ggaggaaggt  ggggatgacg  tcaaatcatc  atgcccctta  tgacctgggc
1201  tacacacgta  ctacaatggc  tggtacaacg  ggaagcgaag  ccgcgaggtg  gagccaatcc
1261  taaaaagcca  gtctcagttc  ggattgtagg  ctgcaactcg  cctacatgaa  gtcggaattg
1321  ctagtaatcg  cggatcagca  tgccgcggtg  aatacgttcc  cgggtcttgt  acacaccgcc
1381  cgtcacacca  cgagagttta  caacacccga  agtcggtgag  gtaaccgcaa  ggagccagcc
1441  gccgaaggtg  gggtagatga  ttggggtgaa  gtcgtaacaa  gg
```

716. *Fontibacillus panacisegetis*（参土溪苔芽胞杆菌）

【种类编号】3-60-2。*Fontibacillus panacisegetis* Lee et al.，2011，sp. nov.（参土溪苔芽胞杆菌）。**★模式菌株：**P11-6 = CECT 7605 = KCTC 13564。**★16S rRNA 基因序列号：**GQ303568。**★种名释意：***panacisegetis* 中 *Panax -acis* 为人参学名之意，*segetis* 为土壤之意，故其中文名称为参土溪苔芽胞杆菌（pa.na.ci.se.ge′tis. N.L. n. *Panax -acis*，scientific name of ginseng; L. gen. n. *segetis*，of the soil; N.L. gen. n. *panacisegetis*，of soil of a ginseng field）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 P11-6^T 分离自韩国人参田块土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，兼性厌氧，杆状［（0.5～0.8）μm ×（2.5～6.0）μm］，依靠周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，端生或次端生，胞囊膨大。在 TSA 培养基上的菌落圆形，半透明，白色。**★生理特性：**生长温度为 15～42℃（最适 25℃）。生长 pH 为 6.0～8.5（最适 pH 7.0）。菌株可在不高于 2.0%（w/v）NaCl 的条件下生长，但在 3%时不生长。无论是否添加硝酸盐，菌株在厌氧条件下均能生长。对下列抗生素敏感：阿米卡星、头孢他啶、头孢曲松、头孢噻吩、环丙沙星、多黏菌素、强力霉素、庆大霉素、亚胺培南、新生霉素、多黏菌素 B 和妥布霉素。耐杆菌肽、诺氟沙星和苯唑西林。**★生化特性：**氧化酶为阳性，过氧化氢酶为阴性。不产吲哚和 H_2S。可将硝酸盐还原为亚硝酸盐，不能利用柠檬酸盐，甲基红反应为阴性。V-P 反应为阳性。能水解七叶苷、酪蛋白（弱）、DNA、邻硝基苯-β-D-吡喃半乳糖苷（OMPG）和吐温 20（弱），不能水解明胶、淀粉、吐温 80 和酪氨酸。精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、苯丙氨酸脱氨酶和脲酶为阴性。卵黄琼脂、卵磷脂酶为阴性。API 50CH 测试结果表明，由下列化合物产酸：N-乙酰氨基葡萄糖、七叶苷、苦杏仁苷、L-阿拉伯糖、熊果苷、纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、苦杏仁糖、D-葡萄糖、甘油、糖原、菊糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、甲基-β-D-木糖苷、棉籽糖、D-水杨苷、淀粉、蔗糖、松二糖和 D-木糖。不能由下列化合物产酸：D-核糖醇、D-阿拉伯糖、D-阿糖醇或 L-阿糖醇、半乳糖醇、赤藓糖醇、D-海藻糖或 L-海藻糖、葡萄糖酸盐、肌醇、2-酮-葡萄糖酸盐或 5-酮-葡萄糖酸盐、D-木糖、D-甘露醇、松三糖、甲基-α-D-甘露糖苷、L-鼠李糖、D-核糖、D-山梨醇、L-山梨糖、D-己酮糖、海藻糖、木糖醇或 L-木糖。能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：L-阿拉伯糖、

纤维二糖、D-果糖、D-半乳糖、苦杏仁糖、D-葡萄糖、甘油、糖原、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、D-水杨苷、淀粉、蔗糖和 D-木糖。不能利用下列化合物作为唯一碳源和能源：乙酸酯、N-乙酰葡萄糖胺、L-丙氨酸、苦杏仁苷、L-阿糖醇、柠檬酸、L-海藻糖、葡萄糖、L-组氨酸、肌醇、DL-乳酸盐、苹果酸盐、丙二酸盐、D-甘露醇、松三糖、L-脯氨酸、丙酸酯、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、L-丝氨酸、D-山梨醇、海藻糖和松二糖。API ZYM 测试结果表明，亮氨酸芳基酰胺酶、α-胰凝乳蛋白酶、α-半乳糖苷酶和 β-半乳糖苷酶为阳性，碱性磷酸酶、酯酶（C4）、酯酶（C8）、酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、β-葡萄糖酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰基-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶为阴性。**化学特征：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、氨基糖磷脂、氨基磷脂和一种未知脂类。**★分子特性：**菌株的 DNA 的 G+C 含量为 41.9 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 P11-6^{T} 与 *Fontibacillus aquaticus* GPTSA 19^{T}（97.2%）的亲缘关系最近，而且，菌株 P11-6^{T} 与 *F. aquaticus* 一起在 Paenibacillaceae 系统发育树上形成一个独立分支。DNA-DNA 杂交数据支持菌株 P11-6^{T} 代表 *Fontibacillus* 一个新种。16S rRNA 基因序列如下。

1　cggggtgcct　aatacatgca　agtcgagcgg　acttgatgga　gagcttgctc　tcctgatagt
61　tagcggcgga　cgggtgagta　acacgtaggc　aacctgcctg　taagaccggg　ataactagcg
121　gaaacgttag　ctaataccgg　ataatttatt　tcatcgcatg　gtggaataat　gaaagacgga
181　gcaatctgtc　acttacggat　gggcctgcgg　cgcattagct　agttggtggg　gtaaaggcct
241　accaaggcga　cgatgcgtag　ccgacctgag　agggtgaacg　gccacactgg　gactgagaca
301　cggcccagac　tcctacggga　ggcagcagta　gggaatcttc　cgcaatggac　gaaagtctga
361　cggagcaacg　ccgcgtgagt　gatgaaggtt　ttcggatcgt　aaagctctgt　tgccagggaa
421　gaacgtcttg　gagagtaact　gctctgagag　tgacggtacc　tgagaagaaa　gccccggcta
481　actacgtgcc　agcagccgcg　gtaatacgta　gggggcaagc　gttgtccgga　attattgggc
541　gtaaagcgcg　cgcaggcggt　cgattaagtc　tggtgtttaa　tcctggggct　caactccggg
601　tcgcactgga　aactggtaga　cttgagtgca　gaagaggaga　gtggaattcc　acgtgtagcg
661　gtgaaatgcg　tagagatgtg　gaggaacacc　agtggcgaag　gcgactctct　gggctgtaac
721　tgacgctgag　gcgcgaaagc　gtggggagca　aacaggatta　gataccctgg　tagtccacgc
781　cgtaaacgat　gaatgctagg　tgttaggggt　ttcgataccc　ttggtgccga　agttaacaca
841　ttaagcattc　cgcctgggga　gtacggtcgc　aagactgaaa　ctcaaaggaa　ttgacgggga
901　cccgcacaag　cagtggagta　tgtggtttaa　ttcgaagcaa　cgcgaagaac　cttaccaggt
961　cttgacatcc　cgatgcaaac　actagagata　gtgtccttct　tcggaacatc　ggagacaggt
1021　ggtgcatggt　tgtcgtcagc　tcgtgtcgtg　agatgttggg　ttaagtcccg　caacgagcgc
1081　aacccttaac　tttagttgcc　agcacgccgt　ggtgggcact　ctagagtgac　tgccggtgac
1141　aaaccggagg　aaggtgggga　tgacgtcaaa　tcatcatgcc　ccttatgacc　tgggctacac
1201　acgtactaca　atggctggta　caacgggaag　cgaagccgcg　aggtgaagcc　aatcctataa
1261　aagccagtct　cagttcggat　tgtaggctgc　aactcgccta　catgaagtcg　gaattgctag
1321　taatcgcgga　tcagcatgcc　gcggtgaata　cgttcccggg　tcttgtacac　accgcccgtc
1381　acaccacgag　agtttacaac　acccgaagtc　ggtgaggtaa　ccgcaaggag　ccagccgccg
1441　aaagt

717. *Fontibacillus phaseoli*（菜豆溪苔芽胞杆菌）

【种类编号】3-60-3。*Fontibacillus phaseoli* Flores-Felix et al.，2014，sp. nov.（菜豆溪苔芽胞杆菌）。**★模式菌株：**BAPVE7B = LMG 27589 = CECT 8333。**★16S rRNA 基因序列号：**KF583881。**★种名释意：***phaseoli* 意为模式菌株分离自菜豆根结，故其中文名称为菜豆溪苔芽胞杆菌（pha.seo′.li.i. N. L. masc. n. *Phaseolus*，botanical genus name of the legume *Phaseolus vulgaris*；N.L. gen. n. *phaseoli* of *Phaseolus*，referring to the isolation source of the strain，nodules of *P. vulgaris*）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 BAPVE7B^T 是从西班牙的菜豆根瘤中分离得到的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，以端生鞭毛运动，杆状[（0.6～8.0）μm×（1.7～2.1）μm]。芽胞卵圆形，次端生，胞囊微膨大或不膨大。在 NA 培养基上的菌落黄白色，圆形，光滑，凸起，直径为 1～3 mm。**★生理特性：**兼性厌氧。最适 pH 7，可在 pH 9 时生长，但在 pH 5.7 时不能生长。最适生长的 NaCl 浓度为 0.5%～1%，在含 2% NaCl 时可生长，5%时生长弱，7%时不能生长。生长温度为 10～45℃，最适为 30℃。**★生化特性：**过氧化氢酶为阴性，氧化酶为弱阳性。硝酸盐被还原成亚硝酸盐。产 β-半乳糖苷酶，但不产明胶酶、酪蛋白酶、脲酶、精氨酸双水解酶、鸟氨酸或赖氨酸脱羧酶。产 3-羟基丁酮；能水解七叶苷。不产 H_2S，V-P 反应为阳性，可水解七叶苷。API 20NE 结果表明，可利用葡萄糖、L-阿拉伯糖、麦芽糖和葡萄糖酸，不能利用甘露醇、癸酸、苹果酸、柠檬酸和苯乙酸，利用甘露糖和 N-乙酰葡萄糖胺的能力弱。由葡萄糖产酸但不产气。API 50CH 结果显示，由下列物质产酸：半乳糖、葡萄糖、N-乙酰葡萄糖胺、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖、淀粉、糖原、苦杏仁糖和 L-来苏糖。不能由下列物质产酸：甘油、赤藓糖醇、DL-阿拉伯糖、D-核糖、DL-木糖、核糖醇、甲基-α-D-木糖苷、果糖、D-甘露糖、L-山梨糖、L-鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、甘露醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、菊糖、松三糖、木糖醇、松二糖、己酮糖、DL-岩藻糖、DL-阿糖醇，由甲基-α-D-葡萄糖苷和苦杏仁苷产酸活性弱。能水解熊果苷和七叶苷，不能利用葡萄糖酸、2-酮基葡萄糖酸和 5-酮基葡萄糖酸。API ZYM 结果表明，下列酶活性为阳性：酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、酸性磷酸酶、碱性磷酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶，磷酸水解酶活性弱，下列酶活性为阴性：酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、葡萄糖醛酸酶、N-乙酰-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。**化学特征：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{14:0}$、$C_{16:0}$、iso-$C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$、iso-$C_{17:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要脂类为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、4 种糖脂、4 种磷脂、两种油脂、两种氨脂和一种氨磷脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 45.6 mol%（T_m）。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 BAPVE7B^T 与 *F. panacisegetis* KCTC 13564^T 的同源性为 97.1%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ctcaggacga  acgctggcgg  cgtgcctaat  acatgcaagt  cgagcggact  tgatggagag
61    cttgctctcc  ggatagttag  cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtaggnaac  ctgcctgtaa
121   gactgggata  actaccggaa  acggtagcta  ataccggata  atttatttct  tcgcatggag
181   aaataatgaa  agacggagca  atctgtcact  tacggatggg  cctgcggcgc  attagctagt
```

241 tggtggggta acggctcacc aaggcgacga tgcgtagccg acctgagagg gtgaacggcc
301 acactgggac tgagacacgg cccagactcc tacgggaggc agcagtaggg aatcttccgc
361 aatggacgaa agtctgacgg agcaacgccg cgtgagtgaa gaaggttttc ggatcgtaaa
421 gctctgttgc cagggaagaa cgtccgttag agtaactgct aacggagtga cggtacctga
481 gaagaaagcc ccggctaact acgtgccagc agccgcggta atacgtaggg ggcaagcgtt
541 gtccggaatt attgggcgta aagcgcgcgc aggcggtcat ttaagtctgg tgtataatcc
601 tggggctcaa ctccgggtcg cactggaaac tgggtgactt gagtgcagaa gaggagagtg
661 gaattccacg tgtagcggtg aaatgcgtag atatgtggag gaacaccagt ggcgaaggcg
721 actctctggg ctgtaactga cgctgaggcg cgaaagcgtg gggagcaaac aggattagat
781 accctggtag tccacgccgt aaacgatgaa tgctaggtgt taggggtttc gataccсttg
841 gtgccgaagt taacacatta agcattccgc ctggggagta cggtcgcaag actgaaactc
901 aaaggaattg acggggaccc gcacaagcag tggagtatgt ggtttaattc gaagcaacgc
961 gaagaacctt accaggtctt gacatcccga tgnccanact agagatattg nccttcttcg
1021 gaacatcgga gacaggtggt gcatggttgt cgtcagctcg tgtcgtgaga tgttgggtta
1081 agtcccgcaa cgagcgcaac ccttaacttt agttgccagc aattnggttg ggcactctag
1141 agtgactgcc ggtgacaaac cggaggaagg tggggatgac gtcaaatcat catgcccctt
1201 atgacctggg ctacacacgt actacaatgg ccggtacaac gggaagcgaa gtcgcgagat
1261 ggagcgaatc ctataaaagc cggtctcagt tcggattgca ggctgcaact cgcctgcatg
1321 aagtcggaat tgctagtaat cgcggatcag catgccgcgg tgaatacgtt cccgggtctt
1381 gtacacaccg cccgtcacac cacgagagtt tacaacaccc gaagtcggtg aggtaaccgc
1441 aaggagccag ccgccgaagg tggggtagat gattggggtg aagcct

六十一、糖芽胞杆菌属（*Saccharibacillus*）

【属特征描述】细胞革兰氏染色可变，杆状，可运动。芽胞圆形，胞囊不膨大。过氧化氢酶和氧化酶为阴性。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和一种未知氨基磷脂，还有两种未知糖脂和一种未知糖磷脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 $C_{16:0}$。模式种为 *Saccharibacillus sacchari*。**★属名释意：***Saccharibacillus* 中 *Saccharum* 为植物甘蔗属名之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为糖芽胞杆菌属（Sac.cha.ri.ba.cil′lus. N.L. n. *Saccharum*，a botanical genus name；L. masc. n. *bacillus*，a small staff or rod；N.L. masc. n. *Saccharibacillus*，a small rod isolated from *Saccharum officinarum*，sugar cane）。

718. *Saccharibacillus kuerlensis*（库尔勒糖芽胞杆菌）

【种类编号】3-61-1。*Saccharibacillus kuerlensis* Yang et al.，2009，sp. nov.（库尔勒糖芽胞杆菌）。**★模式菌株：**HR1 = CGMCC 1.6964 = JCM 14865 = KCTC 13182。**★16S rRNA 基因序列号：**EU046270。**★种名释意：***kuerlensis* 意为模式菌株分离自我国新疆库尔勒，故其中文名称为库尔勒糖芽胞杆菌（ku.er.len′sis. N.L. masc. adj. *kuerlensis*，pertaining to Kuerle，a city of Xinjiang Province in the north-west of China where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $HR1^T$ 分离自我国新疆库尔勒沙漠土壤。**★形态特征：**

细胞革兰氏阳性，好氧，以周生鞭毛运动，杆状［（0.4～0.5）μm ×（0.8～1.4）μm］。芽胞椭圆形，次端生，胞囊不膨大。在 LB 培养基上培养 2 d 的菌落直径为 1.0～2.0 mm，凸起，圆形，不透明，无光泽，产粉红色色素。★**生理特性**：生长的温度、pH 和 NaCl 浓度分别是 15～42℃、5.0～10.0 和 0～5%；最适生长温度和 pH 分别是 30～37℃和 6.0～8.0。在 NA 培养基上生长良好，但在 Simmons 柠檬酸盐培养基上不能生长。耐链霉素；对下列抗生素敏感：阿莫西林、氨苄西林、羧苄西林、头孢唑啉、头孢他啶、氯霉素、红霉素、庆大霉素、卡那霉素、氧氟沙星、青霉素 G、多黏菌素 B、利福平、四环素和万古霉素。★**生化特性**：硝酸盐被还原成亚硝酸盐。能水解吐温 20 和七叶苷，不能水解淀粉、酪蛋白、明胶、DNA、吐温 80、酪氨酸和羧甲基纤维素。甲基红试验为阳性，过氧化氢酶、精氨酸双水解酶、β-半乳糖苷酶为阳性，氧化酶、精氨酸脱羧酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、苯丙氨酸脱氨酶和脲酶为阴性。不产 H_2S 和吲哚，V-P 反应为阴性。由下列化合物产酸：D-葡萄糖、D-乳糖、海藻糖、D-果糖、D-木糖、L-鼠李糖、麦芽糖、棉籽糖、蜜二糖、纤维二糖、松三糖、D-甘露糖、D-核糖、D-半乳糖、蔗糖、松二糖、D-甘露醇、肌醇、苦杏仁苷、水杨苷和糊精。能利用下列化合物：L-阿拉伯糖、L-阿糖醇、核糖醇、乙酸盐、菊糖、葡萄糖酸盐和 N-乙酰葡萄糖胺。不能利用下列化合物：L-山梨糖、木糖醇、D-山梨醇、异赤藓醇、甘油、甲基-α-葡萄糖苷或酒石酸盐。**化学特征**：细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 50.5 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 HR1^T 属于 *Saccharibacillus*，与 *Saccharibacillus sacchari* LMG 24085^T（97.9%）的亲缘关系最近。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 HR1^T 与 *S. sacchari* LMG 24085^T 的关联度为 29.6%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcatgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    ggagttgacg  agaagcttgc  ttctctgata  cttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtag
121   gcaacctgcc  tttcagcctg  ggataacttc  cggaaacgga  tgctaatacc  ggatacatca
181   ttttctggca  tcagagaatg  aggaaagacg  gcgcaagctg  tcactgagag  atgggcctgc
241   ggcgcattag  ctagttggtg  gggtaacggc  tcaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg
301   agagggtgaa  cggccacact  gggactgaga  cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag
361   tagggaatct  tccacaatgg  gcgaaagcct  gatggagcaa  tgccgcgtga  gtgatgaagg
421   ttttcggatc  gtaaagctct  gttgccaggg  aagaacgtcc  agtagagtaa  ctgctactgg
481   agtgacggta  cctgagaaga  aagccccggc  taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg
541   tagggggcaa  gcgttgtccg  gaattattgg  gcgtaaagcg  cgtgcaggcg  gcttgttaag
601   tcggatgttt  aagatcgggg  ctcaaccccg  attcgcatcc  gaaactggca  agcttgagtg
661   taggagagga  aagtggaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatg  tggaggaaca
721   ccagtggcga  aggcgacttt  ctggcctata  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag
781   caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gctgtaaacg  atgagtgcta  ggtgttcggg
841   gtttcgatac  cctgggtgcc  gaagttaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggtc
901   gcaagactga  aactcaaagg  aattgacggg  gacccgcaca  agcagtggag  tatgtggttt
961   aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  cggaatgacc  ggcttagaga
1021  taggcctttc  cttcgggaca  ttccagacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1081  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  actttagttg  ccagcatttt
1141  aagatgggca  ctctagagtg  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggcggg  gatgacgtca
```

1201　aatcatcatg　cccccttatga　cctgggctac　acacgtacta　caatggtcgg　tacagagggt
1261　tgcgaagccg　cgaggtgaag　ccaatcccag　aaagccgatc　tcagttcgga　ttgtaggctg
1321　caactcgcct　gcatgaagtc　ggaattgcta　gtaatcgcgg　atcagcatgc　cgcggtgaat
1381　acgttcccgg　gtcttgtaca　caccgcccgt　cacaccacga　gagtttacaa　cacccgaagt
1441　cggtgaggta　accgcaagga　gccagccgcc　gaaggtgggg　tagatgattg　gggtgaagtc
1501　gtaacaaggt　aaa

719. *Saccharibacillus sacchari*（甘蔗糖芽胞杆菌）

【种类编号】3-61-2。*Saccharibacillus sacchari* Rivas et al.，2008，sp. nov.（甘蔗糖芽胞杆菌）。**★模式菌株：**GR21 = DSM 19268 = LMG 24085。**★16S rRNA 基因序列号：**EU014873。**★种名释意：***sacchari* 意为模式菌株分离自甘蔗内部组织，故中文名称为甘蔗糖芽胞杆菌（sac′cha.ri. L. gen. n. *sacchari*，of sugar，referring to the isolation source）。

【种类描述】★菌株来源：GR21^{T} 是从西班牙格拉纳达甘蔗内部组织中分离得到的。**★形态特征：**细胞杆状［（0.8～1.0）μm ×（3～4）μm］，好氧或兼性厌氧，以端生鞭毛运动。芽胞椭圆形，中生或次端生。在TSA培养基上28℃培养48 h的菌落直径为1～2 mm，圆形，不规则，粉红色，无黏液，不透明。**★生理特性：**生长温度为 8～40℃，最适为28℃。最适 pH 7。在 2% NaCl 条件下菌株能生长。**★生化特性：**产 3-羟基丁酮，硝酸盐能被还原。纤维素酶、木聚糖酶和 β 半乳糖苷酶为阳性。不产 H_2S 和吲哚。淀粉酶、明胶酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、脲酶、色氨酸脱氨酶和苯丙氨酸脱氨酶为阴性。能水解七叶苷。利用 D-葡萄糖产酸不产气。能利用下列化合物作为唯一碳源：D-葡萄糖、甘露糖、麦芽糖醇和葡萄糖酸。不能利用下列化合物：L-阿拉伯糖、D-木糖、N-乙酰葡萄糖胺、癸酸盐、己二酸盐、苹果酸盐、柠檬酸盐和苯乙酸。**化学特征：**主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、一种未知氨基磷脂、两种未知糖脂和一种未知糖磷脂。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 57.8 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 GR21^{T} 在 Paenibacillaceae 内形成独立的分支，与 *Paenibacillus* 关系较近，但与亲缘关系最近的 *Paenibacillus xylanilyticus* 的同源性仅为 93.4%。因此，结合其他特征，建立新属 *Saccharibacillus* gen. nov.。16S rRNA 基因序列如下。

1　ggcggcatgc　ctaatacatg　caagtcgagc　ggacttgagg　agaagcttgn　ttctctgacg
61　gttagcggcg　gacgggtgag　taacacgtag　gcaacctgcc　tttcagtttg　ggataacttc
121　cggaaacgga　tgctaatacc　gaatacatca　tcttccggca　tcggaggatg　aggaaagacg
181　gcgcaagctg　tcactgagag　atgggcctgc　ggcgcattag　ctagttggtg　gggtaacggc
241　tcaccaaggc　gacgatgcgt　agccgacctg　agagggtgaa　cggccacnct　gggactgaga
301　cacggcccag　actcctacgg　gaggcagcag　tagggaatct　tccacaatgg　gcgaaagnct
361　gatggagcaa　tgccgcgtga　gtgatgaagg　ttttcggatc　gtaaagctct　gttgccaggg
421　aagaacgtcc　gggtgagtaa　ctgcactcgg　agtgacggta　cctganaaga　aagccccggc
481　taactacgtg　ccagcagccg　cggtaatacg　tagggggcaa　gcgttgtccg　gaattattgg
541　gcgtaaagcg　cgtgcaggcg　gcttgttaag　tcggatgttt　aagatcgggg　ctcaaccccg
601　attcgcatcc　gaaactggca　agcttgagtg　taggagagga　aagtggaatt　ccacgtgtag
661　cggtgaaatg　cgtagagatg　tggaggaaca　ccagtggcga　aggcgacttt　ctggcctata

721	actgacgctg	aggcgcgaaa	gcgtggggag	caaacaggat	tagataccct	ggtagtccac
781	gccgtaaacg	atgagtgcta	ggtgttcggg	gtttcgatac	cctgggtgcc	gaagttaacg
841	cattaagcac	tccgcctggg	gagtacggtc	gcaagactga	aactcaaagg	aattgacggg
901	gacccgcaca	agcagtggag	tatgtggttt	aattcgaagc	aacgcgaaga	accttaccaa
961	gtcttgacat	cggcatgacc	ggcttagaga	taggcctttc	cttcgggaca	tgccagacag
1021	gtggtgcatg	gttgtcgtca	gctcgtgtcg	tgagatgttg	ggttaagtcc	cgcaacgagc
1081	gcaacccttg	actttagttg	ccagcatttt	aagatgggca	ctctagagtg	actgccggtg
1141	acaaaccgga	ggaaggcggg	gatgacgtca	aatcatcatg	ccccttatga	cttgggctac
1201	acacgtacta	caatggccgg	tacagagggt	cgcgaagccg	cgaggtgaag	ccaatcccag
1261	aaagccggtc	tcagttcgga	ttgtaggctg	caactcgcct	gcatgaagtc	ggaattgcta
1321	gtaatcgcgg	atcagcatgc	cgcggtgaat	acgttcccgg	gtcttgtaca	caccgcccgt
1381	cacaccacga	gagtttacaa	cacccgaagt	cggtgaggta	acctgcaang	gagccagccg
1441	ccgaaggtgg	ggtagatgat	tggggtgaag	tcgtaacaag	gtagccgtat	c

六十二、热芽胞杆菌属（*Thermobacillus*）

【属特征描述】细胞革兰氏阴性，形成芽胞，好氧，嗜热，不运动，杆状。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$。DNA 的 G+C 含量为（57±5）mol%。模式种为 *Thermobacillus xylanilyticus*。**★属名释意：***Thermobacillus* 中 *thermos* 为热之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为热芽胞杆菌属（Gr. adj. *thermos*，hot; L. dim. n. *bacillus*，small rod；N.L. masc. n. *Thermobacillus*， small thermophilic rod）。

720. *Thermobacillus composti*（堆肥热芽胞杆菌）

【种类编号】3-62-1。*Thermobacillus composti* Watanabe et al.，2007，sp. nov.（堆肥热芽胞杆菌）。**★模式菌株：**KWC4 = DSM 18247 = JCM 13945。**★16S rRNA 基因序列号：**AB254031。**★种名释意：***composti* 为堆肥之意，故其中文名称为堆肥热芽胞杆菌（N.L. gen. neut. n. *composti*，of/from compost）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 KWC4^T 从间歇发酵的堆肥土壤中分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，形成芽胞，嗜热，不运动，杆状［（0.5～0.7）μm ×（2.0～5.0）μm］。菌落亮黄色，圆形，半透明，有时不规则，扁平。**★生理特性：**在有氧条件下，生长温度为 32～61℃，最适为 50℃；pH 为 5.6～10.1，最适 pH 9.0；最适的 NaCl 浓度为 0.4%，能在 4.4%（w/v）的 NaCl 浓度下生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。可利用下列碳源：D-纤维二糖、糊精、D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、蜜二糖、淀粉、蔗糖、海藻糖、D-木糖和木聚糖，不能利用赤藓糖醇、山梨醇和酪蛋白。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$（39.0%）和 anteiso-$C_{15:0}$（33.3%）。主要呼吸醌为 MK-6。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 60 mol%。基于 16S rRNA 基因序列分析，菌株 KWC4^T 与 *T. xylanilyticus* 的同源性为 95.7%。菌株 KWC4^T 与 *T. xylanilyticus* 中的 DNA-DNA 杂交关联度为 66%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc	ggagttttcg	cggacggaag
61	ccttcgggtg	gatgttgcga	aaacttagcg	gcggacgggt	gagtaacacg	tgggcaacct

121	gcccgaaaga	ccgggataac	atccggaaac	ggatgctaat	accggataag	cggacctttc
181	gcatggaggg	ttcgggaaag	acggggcaac	ctgtcacttt	cggatgggcc	cgcggcgcat
241	tagctggttg	gcggggtaac	ggcccaccaa	ggcgacgatg	cgtagccgac	ctgagagggt
301	gaacggccac	actgggactg	agacacggcc	cagactccta	cgggaggcag	cagtagggaa
361	tcttccgcaa	tggacgaaag	tctgacggag	caacgccgcg	tgagtgagga	aggtcttcgg
421	atcgtaaagc	tctgttgcca	gggaagaatc	ccctggggag	tcactgcccc	ggggttgacg
481	gtacctgaga	agaaagcccc	ggctaactac	gtgccagcag	ccgcggtaat	acgtaggggg
541	cgagcgttgt	ccggaattat	tgggcgtaaa	gcgcgcgcag	gcggttttgt	aagtccgatt
601	gtttaaaccc	ggggctcaac	ctcgggtcgc	aagggaaact	gcaagacttg	agtgcaggag
661	agggaagcgg	aattccatgt	gtagcggtga	aatgcgtaga	gatatggagg	aacaccagtg
721	gcgaaggcgg	cttcctggcc	tgtaactgac	gctgaggcgc	gaaagcgtgg	ggagcaaaca
781	ggattagata	ccctggtagt	ccacgccgta	aacgatgaat	gctaggtgtc	aggggtttcg
841	agacccttgg	tgccgaagtt	aacacattaa	gcattccgcc	tggggagtac	ggccgcaagg
901	ctgaaactca	aaggaattga	cggggacccg	cacaagcagt	ggagcatgtg	gtttaattcg
961	aagcaacgcg	aagaacctta	ccaggtcttg	acatccctct	gaatacgcca	gagatggtgt
1021	aggcccttcg	gggacagagg	agacaggtgg	tgcatggttg	tcgtcagctc	gtgtcgtgag
1081	atgttgggtt	aagtcccgca	acgagcgcaa	cccttaggtc	tagttgccag	cacttcgggt
1141	gggcactctg	gagcgactgc	cggtgacaaa	ccggaggaag	gcggggatga	cgtcaaatca
1201	tcatgcccct	tatgacctgg	gctacacacg	tgctacaatg	gccggtacaa	agggtcgcga
1261	agccgcgagg	cggagccaat	cccaaaaagc	cggtctcagt	tcggattgca	ggctgcaact
1321	cgcctgcatg	aagtcggaat	tgctagtaat	cgcggatcag	catgccgcgg	tgaatacgtt
1381	cccgggtctt	gtacacaccg	cccgtcacac	cacgagagtt	tgcaacaccc	gaagccggtg
1441	gggtaacctg	agagtttgcg	gagcaacctt	gcttcggaag	cgctgaccca	ggagccagcc
1501	gtcgaaggtg	gggcagatga	ttggggtg			

721. *Thermobacillus xylanilyticus*（解木聚糖热芽胞杆菌）

【种类编号】3-62-2。*Thermobacillus xylanilyticus* Touzel et al.，2000，sp. nov.（解木聚糖热芽胞杆菌）。**★模式菌株：**XETP = CNCM I-1017。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ005795。**★种名释意：***xylanilyticus* 中 *xylanum* 为木聚糖之意，*lutikos* 为降解之意，故其中文名称为解木聚糖热芽胞杆菌（N.L. n. *xylanum*，xylan，a plant polysaccharide；Gr. adj. *lutikos*，able to loose，able to dissolve；N.L. masc. adj. *xylanilyticus*，hydrolyzing xylan）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 XETP^{T} 从法国北部的农场粪堆下的土壤中分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，好氧，耐高温，短杆状［（0.4～0.5）μm×（2.0～2.8）μm］，常形成链状。芽胞椭圆形，中生或次端生，胞囊膨大。菌落不规则，扁平，波浪形边缘。**★生理特性：**最高生长温度为 63℃，最适为 55℃。pH 为 6.5～8.5，最适 pH 7.8。在最适的葡萄糖条件下，倍增时间为 33 min。在培养的初期 CO_2 对其增殖有明显的促进作用。5%的 NaCl 抑制它的生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶和脲酶为阴性。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。能水解淀粉和七叶苷，不能水解明胶和酪蛋白。能利用下列物质为唯一碳源：纤维二糖、果糖、半乳糖、乳糖、甘露糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、海藻糖、三丁酸甘油酯和木糖。不能利用核糖醇、酪蛋白、柠檬酸、糊精、半乳糖醇、赤藓糖醇、明胶、菊糖、水杨苷、山梨醇和琥珀酸。木糖诱导可产生大量木聚糖酶。

★化学特性：主要脂肪酸是 iso-$C_{16:0}$、$C_{16:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 57.5 mol%。基于 16S rRNA 基因序列分析表明，菌株 XETP^{T} 与其系统发育相邻近的 *Bacillus viscosus*、*Paenibacillus curdlanolyticus* 和 *Bacillus popilliae* 的同源性分别为 91.15%、90.94%和 90.92%。16S rRNA 基因序列如下。

1 agagtttgat cctggctcag gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc
61 ggagcttcgt ggcggaagcc ttcgggtgga agctgcgaaa gcttagcggc ggacgggtga
121 gtaacacgtg ggcaacctgc ccgaaagacc ggggataaca tccggaaacg gatgctaata
181 ccggataagc ggacctttcg catgaagggt tcgggaaaga cggggcaacc tgtcactttc
241 ggatgggccc gcggcgcatt agctggttgg cggggtaacg gcccaccaag gcgacgatgc
301 gtagccgacc tgagagggtg aacggccaca ctgggactga gacacggccc agactcctac
361 gggaggcagc agtagggaat cttccgcaat ggacgaaagt ctgacggagc aacgccgcgt
421 gagtgaggaa ggtcttcgga tcgtaaagct ctgttgccag ggaagaatcc cctggggagt
481 cactgccccg gggttgacgg tacctgagaa gaaagccccg gctaactacg tgccagcagc
541 cgcggtaata cgtagggggc gagcgttgtc cggaattatt gggcgtaaag cgcgcgcagg
601 cggttttgta agtccgattg tttaaacccg gggctcaacc tcgggtcgca agggaaactg
661 caagacttga gtgcaggaga gggaagcgga attccatgtg tagcggtgaa atgcgtagag
721 atatggagga acaccagtgg cgaaggcggc ttcctggcct gtaactgacg ctgaggcgcg
781 aaagcgtggg gagcaaacag gattagatac cctggtagtc cacgccgtaa acgatgaatg
841 ctaggtgtca ggggtttcga gacccttggt gccgaagttc acacattaag cattccgcct
901 ggggagtacg gccgcaaggc tgaaactcaa aggaattgac ggggacccgc acaagcagtg
961 gagcatgtgg tttaattcga agcaacgcga agaaccttac caggtcttga catccctctg
1021 aatacgccag agatggtgta ggcccttcgg ggacagagga gacaggtggt gcatggttgt
1081 cgtcagctcg tgtcgtgaga tgttgggtta agtcccgcaa cgagcgcaac ccttaggtct
1141 agttgcagca cttcgggtgg gcactctaga gcgactgccg gtgacaaacc gagaaggcgg
1201 ggatgacgtc aaatcatcat gccccttatg acctgggcta cacacgtgct acaatggccg
1261 gtacaaaggg cagcgaacgc gcgagcgacg caatcccaaa aagccggtct cagttcggat
1321 tgcaggctgc aactcgcctg catgaagtcg gaattgctag taatcgcgga tcagcatgcc
1381 gcggtgaata cgttcccggg tcttgtacac accgcccgtc acaccacgag agtttgcaac
1441 acccgaagcc ggtggggtaa ccgcaaggag ccagccgtcg aaggtggggc agatgattgg
1501 ggtgaagtcg taacaaggta gctcgtatcg aaggtgcggc tggatcacct cctt

第四节　动球菌科（Planococcaceae）

分类地位：厚壁菌门（Phylum XIII. Firmicutes），芽胞杆菌纲（Class I. Bacilli），芽胞杆菌目（Order I. Bacillales），动球菌科（Family VI. Planococcaceae）。

六十三、咸海鲜芽胞杆菌属（*Jeotgalibacillus*）

【属特征描述】细胞革兰氏阳性，杆状［（0.4～1.2）μm ×（0.6～8.5）μm］，单个端生或次端生鞭毛，或周生鞭毛。芽胞圆形或椭圆形，胞囊膨大或不膨大。生长温度为 1～50℃，pH 为 5.5～11.0，NaCl 浓度为 0～30%（w/v）。过氧化氢酶和氧化酶为阳性，脲酶

为阴性。硝酸盐被还原为亚硝酸盐。明胶水解活性弱，由七叶苷和酪蛋白产酸为阴性或阳性。细胞壁肽聚糖含 L-Lys。主要极性脂为 MK-7 和 MK-8。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和/或 anteiso-$C_{15:0}$。DNA 的 G+C 含量为 39 mol%～44 mol%（HPLC）。模式种为 *Jeotgalibacillus alimentarius*。★**属名释意：***Jeotgalibacillus* 中 *jeotgal* 为咸海鲜之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为咸海鲜芽胞杆菌属（Je.ot.ga.li.ba.cil′lus. Korean n. *jeotgal* jeotgal，traditional Korean food；Gr. n. *bacillus* rod；N.L. masc. n. *Jeotgalibacillus* rod from jeotgal）。

722. *Jeotgalibacillus alimentarius*（食物咸海鲜芽胞杆菌）

【种类编号】4-63-1。*Jeotgalibacillus alimentarius* Yoon et al.，2001，sp. nov.（食物咸海鲜芽胞杆菌）。★**模式菌株：**YKJ-13 = JCM 10872 = KCCM 80002。★**16S rRNA 基因序列号：**AF281158。★**种名释意：***alimentarius* 为食物之意，故其中文名称为食物咸海鲜芽胞杆菌（a.li.men.ta′ri.us. L. adj. *alimentarius*，relating to food）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 YKJ-13^{T} 分离自韩国发酵的海鲜食物中。★**形态特征：**细胞革兰氏染色可变，兼性厌氧，长杆状［（1.0～1.2）μm×（2.0～4.0）μm］，依靠周生鞭毛运动。芽胞圆形，端生或次端生，胞囊膨大。菌落光滑，有光泽，不规则，扁平至凸起，在海水培养基上呈橘黄色。★**生理特性：**在 19% NaCl 中可生长，但在 20% NaCl 中生长较弱。生长温度为 10～45℃，但在 4℃或 50℃时不生长，最适生长温度为 30～35℃。最适 pH 7.0～8.0，在 pH 6.0 时不生长。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性，脲酶为阴性。可水解七叶苷、酪蛋白、明胶和吐温 80，不能水解次黄嘌呤、淀粉、酪氨酸或黄嘌呤。硝酸盐被还原成亚硝酸盐。由下列物质产酸：D-核糖、D-果糖、D-甘露醇、蜜二糖、D-松三糖、D-葡萄糖、D-半乳糖、蔗糖、麦芽糖、D-岩藻糖和 D-棉籽糖。不能由下列物质产酸：D-山梨醇、肌醇、D-木糖、D-甘露糖、核糖、L-鼠李糖、纤维二糖、水苏糖或乳糖。★**化学特性：**肽聚糖类型为 A1α（含 L-Lys）。主要呼吸醌为 MK-7 和 MK-8。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 YKJ-13^{T} 属于 *Bacillus* rRNA group 2 成员，与 *Bacillus marinus* 一起形成独立的分支，与亲缘关系最近的 *B. marinus* DSM 1297^{T} 的同源性为 95.7%，与其他芽胞杆菌的同源性均低于 94.2%。因此，结合其他特征，建立新属 *Jeotgalibacillus* gen. nov.。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gaacagatga  ggagcttgct
61    cctctgacgt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctgccct  gcagattggg
121   ataactccgg  gaaaccgggg  ctaataccga  ataacagaaa  gaatctcctg  attctttttt
181   gaaaggcggc  ttttagctgt  cactgcagga  tgggcccgcg  gcgcattagc  tagttggtga
241   ggtaacggct  caccaaggca  acgatgcgta  gccgacctga  gagggtgatc  ggccacactg
301   ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt  ccgcaatgga
361   cgaaagtctg  acggagcaac  gccgcgtgag  tgaagaaggt  tttcggatcg  taaagctctg
421   ttgtcaggga  agaacaagta  ccatagtaac  tgatggtacc  ttgacggtac  ctgaccagaa
481   agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aggtggcaag  cgttgtccgg
541   aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggtgg  ttccaaaagt  ctgatgtgaa  agcccccggc
601   tcaaccgggg  agggtcattg  gaaactgggg  aacttgagtg  caggagagga  aagtggaatt
661   ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagatatg  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgacttt
```

```
721   ctggcctgta  actgacactg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781   ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttgggg  ggtttccgcc  cctcagtgct
841   gcagctaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggcc  gcaaggctga  aactcaaagg
901   aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961   accttaccag  gtcttgacat  cccggtgacc  gcactggaga  cagtgttttc  ccttcgggga
1021  caacggtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt
1081  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgatcttagt  tgccagcatt  cagttgggca  ctctaaggtg
1141  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga
1201  cctgggctac  acacgtgcta  caatggacga  tacaaagggc  tgcgagaccg  cgaggtttag
1261  ccaatcccat  aaaatcgttc  tcagttcgga  ttgtaggctg  caactcgcct  acatgaagct
1321  ggaatcgcta  gtaatcgcgg  atcagcatgc  cgcggtgaat  acgttcccgg  gccttgtaca
1381  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttgtaa  cacccgaagt  cggtgaggta  accttttgga
1441  gccagccgcc  taaggtggga  cagatgattg  gggtgaagtc  gtaacaaggt  agccgtatcg
1501  gaaggtgc
```

723. *Jeotgalibacillus campisalis*（盐地咸海鲜芽胞杆菌）

【种类编号】4-63-2。*Jeotgalibacillus campisalis*（Yoon et al.，2004）Yoon et al.，2010，comb. nov.（盐地咸海鲜芽胞杆菌）。**★模式菌株：**SF-57 = JCM 11810 = KCCM 41644。**★16S rRNA 基因序列号：**AY190535。**★种名释意：***campisalis* 中 *campus* 为平地之意，*salis* 为盐之意，故其中文名称为盐地咸海鲜芽胞杆菌（L. masc. n. *campus*，a level space，a plain，field；L. gen. n. *salis*，of salt；N.L. gen. n. *campisalis*，of the field of salt）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 SF-57^{T} 分离自韩国海洋晒盐场。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，但老培养物革兰氏染色可变，兼性厌氧，长杆状［（1.3～1.6）μm×（2.5～4.0）μm］，依靠周生鞭毛运动。芽胞圆形至椭圆形，中生或次端生，胞囊略膨大。在 MA2216 培养基上生长 3 d 的菌落光滑，有光泽，圆形至不规则，扁平至凸起，亮黄色。**★生理特性：**最低生长温度为 4℃，最高生长温度为 39℃。最适 pH 7.0～8.0，在 pH 4.5 时不生长。最适 NaCl 浓度为 2%～3%（w/v），在 15% NaCl 中可生长，但在 16% NaCl 中不能生长。对氨苄西林、羧苄西林、头孢菌素、氯霉素、庆大霉素、卡那霉素、新霉素、竹桃霉素、青霉素 G 和链霉素敏感，但对林可霉素、新生霉素、多黏菌素 B 或四环素不敏感。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性，脲酶为阴性。可水解七叶苷、酪蛋白、明胶和吐温 80，不能水解次黄嘌呤、淀粉、酪氨酸或黄嘌呤。硝酸盐被还原成亚硝酸盐。由下列物质产酸：D-核糖、D-果糖、D-甘露醇、蜜二糖、D-松三糖、D-葡萄糖、D-半乳糖、蔗糖、麦芽糖、D-岩藻糖和 D-棉籽糖。不能由下列物质产酸：D-山梨醇、肌醇、D-木糖、D-甘露糖、核糖、L-鼠李糖、纤维二糖、水苏糖或乳糖。**★化学特性：**肽聚糖类型为 A1α（含 L-Lys）。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 44 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 ASL-1^{T} 与 *Jeotgalibacillus alimentarius* YKJ-13^{T} 聚类在一起，且与 *Marinibacillus* 的 2 个种一起形成独立的分支，与 *J. alimentarius* YKJ-13^{T} 的同源性为 97.3%，与 *Marinibacillus marinus* 和 *Marinibacillus campisalis* 模式菌株的同源性均为 96.5%。因此，结合其他特征，菌株 ASL-1^{T} 代表 *Jeotgalibacillus* 的一个新种，同时，将 *Marinibacillus marinus* 和 *Marinibacillus*

campisalis 重分类为 *Jeotgalibacillus marinus* comb. nov.（581^T）和 *Jeotgalibacillus campisalis* comb. nov.（SF-57^T）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gaattttctg  gagcttgctc
61     cagaaagtta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  tctgcccgta  agactgggat
121    aactccggga  aaccggggct  aataccggat  aatcctgact  ctctcctgag  agtcggttga
181    aagatggttt  cggctatcac  ttacggatga  gcccgcggcg  cattagctag  ttggtgaggt
241    aacggctcac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacactggga
301    ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg  caatggacga
361    aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  agaaggtttt  cggatcgtaa  aactctgttg
421    ttagggaaga  acacgtacga  gagtaactgc  tcgtaccttg  acggtaccta  accagaaagc
481    cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  tggcaagcgt  tgtccggaat
541    tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggtggttc  cttaagtctg  atgtgaaagc  ccccggctca
601    accggggagg  gtcattggaa  actggggaac  ttgagtgcag  gagaggaaag  tggaattcca
661    cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agatatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cgactttctg
721    gcctgtaact  gacactgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag  ataccctggt
781    agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttggggggt  ttccgcccct  cagtgctgca
841    gctaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggccgca  aggctgaaac  tcaaaggaat
901    tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc
961    ttaccaggtc  ttgacatccc  attgcccggt  ctagagatag  acttttccct  tcggggacaa
1021   tggtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081   gcaacgagcg  caacccttga  tcttagttgc  cagcattcag  ttgggcactc  taaggtgact
1141   gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct
1201   gggctacaca  cgtgctacaa  tggacgatac  aaagggctgc  gagaccgcga  ggtggagcca
1261   atcccataaa  atcgttctca  gttcggattg  taggctgcaa  ctcgcctaca  tgaagctgga
1321   atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc  ttgtacacac
1381   cgcccgtcac  accacgagag  tttgtaacac  ccgaagtcgg  tggggtaacc  tttatggagc
1441   cagccgccta  aggtgggaca  gatgattggg  gtgaagtcgt  aacaaggtag  ccgtatcgga
1501   aggtgc
```

724. *Jeotgalibacillus marinus*（海洋咸海鲜芽胞杆菌）

【种类编号】4-63-3。*Jeotgalibacillus marinus*（Rüger and Richter，1979）Yoon et al.，2010，comb. nov.（海洋咸海鲜芽胞杆菌）= *Bacillus marinus*（Rüger and Richter，1979）Rüger，1983 = *Marinibacillus marinus*（Rüger and Richter，1979）Yoon et al.，2001。**★模式菌株：**581 = ATCC 29841 = CCUG 28884 = CIP 103308 = DSM 1297 = LMG 6930 = NRRL B-14321。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ237708。**★种名释意：***marinus* 为海洋之意，故其中文名称为海洋咸海鲜芽胞杆菌（L. masc. adj. *marinus*，of the sea，marine）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DSM 1297^T 分离自伊比利亚深海、热带东大西洋、北极和南极海洋的沉积物。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，好氧，以周生鞭毛运动，杆状（丝状）[（0.8～1.1）μm ×（2.0～7.0）μm]，单生、成对或短链状。芽胞圆形或椭圆形，端生或次端生，胞囊不膨大或膨大。在 MA 培养基上生长 14 d 的菌落圆形，边缘整齐，扁平至凸起，几乎透明，直径 1～2 mm。**★生理特性：**耐冷或嗜冷的菌株生长温度

为 1～4℃，极端嗜冷菌株在 4℃时需要生长 4 周的时间。生长需要海水培养基。最适的 NaCl 浓度为 200～400 mmol/L，即 1.2%～2.4%。最高生长温度为 30℃，大多数菌株的生长温度不能超过 4℃或 8℃。对蝶啶（150 μg）、链霉素（10 μg）和呋喃唑酮（50 μg）敏感。对青霉素 G（2 U）和四环素（10 μg）的敏感性因菌株而异。**★生化特性：**过氧化氢酶和由葡萄糖好氧产酸（MOF 培养基）为阳性。下列反应为阴性：产吲哚、甲基红、V-P 反应、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、硝酸盐还原为 N_2、淀粉和几丁质水解。不能由下列物质产酸：阿拉伯糖、纤维二糖、乳糖、甘露醇、棉籽糖、鼠李糖、水杨苷、山梨醇或蔗糖。不能利用下列物质作为唯一碳源：L-阿拉伯糖、纤维二糖、D-半乳糖、葡萄糖酸、D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露糖、D-核糖、水杨苷、蔗糖、海藻糖和 D-木糖。羧酸：乙酸、己二酸、柠檬酸、DL-3-羟基丁酸、甲酸、乳酸、丙酸、丙酮酸和琥珀酸。醇类：乙醇、甘露醇和山梨醇。氨基酸：L-组氨酸、L-赖氨酸和 L-鸟氨酸。其他：腐胺、*p*-羟基苯甲酸和奎尼酸。下列活性因菌株而异：氧化酶、吲哚酚氧化酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、DNA 酶、卵磷脂酶、脲酶、七叶苷水解、硝酸盐还原为亚硝酸盐、明胶水解、酪蛋白水解、由半胱氨酸产 H_2S。由下列物质产酸：葡萄糖、甘油、麦芽糖、海藻糖和木糖。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖含 L-Lys。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 36.9 mol%～41.6 mol%（T_m），模式菌株为 39.3 mol%（T_m）。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 ASL-1^{T} 与 *Jeotgalibacillus alimentarius* YKJ-13^{T} 聚类在一起，且与 *Marinibacillus* 的 2 个种一起形成独立的分支，与 *J. alimentarius* YKJ-13^{T} 的同源性为 97.3%，与 *Marinibacillus marinus* 和 *Marinibacillus campisalis* 模式菌株的同源性均为 96.5%。因此，结合其他特征，菌株 ASL-1^{T} 代表 *Jeotgalibacillus* 的一个新种，同时，将 *Marinibacillus marinus* 和 *Marinibacillus campisalis* 重分类为 *Jeotgalibacillus marinus* comb. nov.（581^{T}）和 *Jeotgalibacillus campisalis* comb. nov.（SF-57^{T}）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  ggagttagag
61    aagcttgctt  ctctaactta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  tctgcccgta
121   agactgggat  aactccggga  aaccggggct  aataccggat  aatcctgact  ctctcctgag
181   agtcagttga  aagatggttt  cggctatcac  ttacggatga  gcccgcggcg  cattagctag
241   ttggtgaggt  aacggctcac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc
301   cacactggga  ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg
361   caatggacga  aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  agaaggtttt  cggatcgtaa
421   aactctgttg  ttagggaaga  acacgtacga  gagtaactgc  tcgtaccttg  acggtaccta
481   accagaaagc  cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  tggcaagcgt
541   tgtccggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggtggttc  cttaagtctg  atgtgaaagc
601   ccccggctca  accggggagg  gtcattggaa  actggggaac  ttgagtgcag  gagaggaaag
661   tggaattcca  cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agatatgtgg  aggaacacca  gtggcgaagg
721   cgactttctg  gcctgtaact  gacactgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag
781   ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttgggggt   ttccgcccct
841   cagtgctgca  gctaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggccgca  aggctgaaac
901   tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac
961   gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatccc  attgcccggt  ctagagatag  acttttccct
```

1021	tcggggacaa	tggtgacagg	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt	gagatgttgg
1081	gttaagtccc	gcaacgagcg	caacccttga	tcttagttgc	cagcatttag	ttgggcactc
1141	taaggtgact	gccggtgaca	aaccggagga	aggtggggat	gacgtcaaat	catcatgccc
1201	cttatgacct	gggctacaca	cgtgctacaa	tggacgatac	aaagggcagc	gagaccgcga
1261	ggtggagcca	atcccataaa	atcgttctca	gttcggattg	taggctgcaa	ctcgcctaca
1321	tgaagctgga	atcgctagta	atcgcggatc	agcatgccgc	ggtgaatacg	ttcccgggcc
1381	ttgtacacac	cgcccgtcac	accacgagag	tttgtaacac	ccgaagtcgg	tggggtaacc
1441	atttggagcc	agccgcctaa	ggtgggaccg	atgattgggg	tgaagtcgta	acaaggtagc
1501	cgtatcggaa	ggtgcggctg	gat			

725. *Jeotgalibacillus salarius*（盐咸海鲜芽胞杆菌）

【种类编号】4-63-4。*Jeotgalibacillus salarius* Yoon et al.，2010，sp. nov.（盐咸海鲜芽胞杆菌）。**★模式菌株：**ASL-1 = CCUG 56751 = DSM 23492 = KCTC 13257。**★16S rRNA 基因序列号：**EU874389。**★种名释意：***salarius* 为盐之意，故其中文名称为盐咸海鲜芽胞杆菌（L. masc. adj. *salarius*，of salt）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ASL-1^T 分离自韩国黄海海滨的盐田。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，依靠周生鞭毛运动，杆状［（0.4～0.7）μm ×（1.3～8.5）μm］，有时细胞长度会超过 10 μm。芽胞椭圆形，次端生，胞囊略膨大。在 MA 培养基上 30℃生长 2 d 的菌落不规则，圆形，凸起，有光泽，光滑，浅黄色，直径为 2.0～3.0 mm。**★生理特性：**生长温度为 4℃和 40℃，最适为 30℃，但在 45℃不能生长。生长最适 pH 7.0～8.0，在 pH 6.0 时能生长，在 pH 5.5 时不能生长。NaCl 浓度为 0～18%（w/v），最适为 22%（w/v）。生长时 Mg^{2+}是必需的。MA 或补充有硝酸盐的 MA 培养基上不能进行厌氧生长。对氨苄西林、羧苄西林、头孢噻吩、氯霉素、庆大霉素、卡那霉素、林可霉素、新霉素、新生霉素、竹桃霉素、青霉素 G、链霉素、四环素敏感，但对多黏菌素 B 不敏感。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐还原为阴性。能水解七叶苷和酪蛋白，水解吐温 80 活性弱，不能水解明胶、淀粉、次黄嘌呤、黄嘌呤、酪氨酸和尿素。能由下列物质产酸：D-果糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、麦芽糖、D-甘露醇、松三糖、D-核糖、蔗糖、海藻糖，由纤维二糖产酸弱。不能由下列物质产酸：L-阿拉伯糖、肌醇、乳糖、D-甘露糖、蜜二糖、L-鼠李糖、棉籽糖、D-山梨醇或 D-木糖。酯酶（C4）和酯酶（C8）为阳性，但下列酶活性为阴性：碱性磷酸酶、酯酶（C14）、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、亮氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-甘露糖苷酶和 α-岩藻糖苷酶。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型是 A1*α*（L-Lys）。主要呼吸醌是 MK-7 和 MK-8。主要脂肪酸（>10%）为 anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol、anteiso-$C_{17:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{14:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+ C 含量为 42.9 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 ASL-1^T 与 *Jeotgalibacillus alimentarius* YKJ-13^T 聚类在一起，且与 *Marinibacillus* 的 2 个种一起形成独立的分支，与 *J. alimentarius* YKJ-13^T 的同源性为 97.3%，与 *Marinibacillus marinus* 和 *Marinibacillus campisalis* 模式菌株的同源性均为 96.5%。因此，结合其他特征，菌株 ASL-1^T

代表 *Jeotgalibacillus* 的一个新种，同时，将 *Marinibacillus marinus* 和 *Marinibacillus campisalis* 重分类为 *Jeotgalibacillus marinus* comb. nov.（581^T）和 *Jeotgalibacillus campisalis* comb. nov.（SF-57^T）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc gaacagaaga gaagcttgct
61    tctcggatgt tagcggcgga cgggtgagta acacgtgggc aacctgccct taagactggg
121   ataactccgg gaaaccgggg ctaataccgg ataatgcttt tgtcttcatg gacgagagct
181   gaaagatggt ttcggctatc acttaaggat gggcccgcgg cgcattagct agttggtgag
241   gtaacggctc accaaggcca cgatgcgtag ccgacctgag agggtgatcg gccacactgg
301   gactgagaca cggcccagac tcctacggga ggcagcagta gggaatcttc cgcaatggac
361   gaaagtctga cggagcaacg ccgcgtgagt gaagaaggtt ttcggatcgt aaagctctgt
421   tgttagggaa gaacaagtac catagtaact gatggtacct tgacggtacc taaccagaaa
481   gccacggcta actacgtgcc agcagccgcg gtaatacgta ggtggcaagc gttgtccgga
541   attattgggc gtaaagcgcg cgcaggtggt tccaaaagtc tgatgtgaaa gcccccggct
601   caaccgggga gggtcattgg aaactgggga acttgagtgc aggagaggaa agtggaattc
661   cacgtgtagc ggtgaaatgc gtagatatgt ggaggaacac cagtggcgaa ggcgactttc
721   tggcctgtaa ctgacactga ggcgcgaaag cgtggggagc aaacaggatt agataccctg
781   gtagtccacg ccgtaaacga tgagtgctaa gtgttggggg gtttccgccc ctcagtgctg
841   cagctaacgc attaagcact ccgcctgggg agtacggccg caaggctgaa actcaaagga
901   attgacgggg gcccgcacaa gcggtggagc atgtggttta attcgaagca acgcgaagaa
961   ccttaccagg tcttgacatc ccggtgaccg cactggagac agtgttttcc cttcggggac
1021  aacggtgaca ggtggtgcat ggttgtcgtc agctcgtgtc gtgagatgtt gggttaagtc
1081  ccgcaacgag cgcaaccctt gatcttagtt gccagcattc agttgggcac tctaaggtga
1141  ctgccggtga caaaccggag gaaggtgggg atgacgtcaa atcatcatgc cccttatgac
1201  ctgggctaca cacgtgctac aatggacgat acaaagggct gcgagaccgc gaggtttagc
1261  caatcccata aaatcgttct cagttcggat tgtaggctgc aactcgccta catgaagctg
1321  gaatcgctag taatcgcgga tcagcatgcc gcggtgaata cgttcccggg ccttgtacac
1381  accgcccgtc acaccacgag agtttgtaac acccgaagtc ggtgaggtaa ccttttggag
1441  ccagccgcct aaggtgggac agatgattgg ggtgaagtcg taacaaggta gccgtatcgg
1501  aaggtgc
```

726. *Jeotgalibacillus soli*（土壤咸海鲜芽胞杆菌）

【种类编号】4-63-5。*Jeotgalibacillus soli* Cunha et al.，2012，sp. nov.（土壤咸海鲜芽胞杆菌）。**★模式菌株：**P9 = DSM 23228 = LMG 25523。**★16S rRNA 基因序列号：**FR693626。**★种名释意：***soli* 为土壤之意，故其中文名称为土壤咸海鲜芽胞杆菌（L. gen. n. *soli*，of or from soil）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 P9^T 从葡萄牙的土壤中分离得到。**★形态特征：**细胞杆状［0.8 μm ×（1.5～4.0）μm］，严格好氧，以单极或次单极鞭毛运动。含 5 mg/L $MnSO_4$ 培养基中产芽胞，椭圆形，中生或次中生。**★生理特性：**生长温度为 15～40℃；最适温度和 pH 分别是 30～37℃和 8.0～8.5；在 pH 为 5.5 和 10.5 时菌株不能生长；生长的 NaCl 浓度是 0～9%（w/v）。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。硝酸盐不能被还原。能水解淀粉和尿素，不能水解明胶、七叶苷、酪蛋白、吐温 20、吐温 40、吐温 60 和吐

温 80。DNA 酶和脲酶为阴性。API 50CHB/E 测试结果表明，由下列化合物产酸：甘油、D-核糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、棉籽糖、淀粉、糖原和菊糖。不能利用下列化合物产酸：蜜二糖、松三糖、纤维二糖、D-木糖、L-木糖、D-甘露糖、L-鼠李糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、赤藓糖醇、D-半乳糖、D-核糖醇、甲基-β-D-吡喃木糖苷、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、L-山梨糖、山梨醇、肌醇、D-山梨醇、甲基-α-D-吡喃甘露糖苷、甲基-α-D-吡喃葡萄糖苷、苦杏仁苷、熊果苷、七叶苷、水杨苷、乳糖、木糖醇、苦杏仁糖、松二糖、L-木糖、D-己酮糖、D-岩藻糖、L-海藻糖、葡萄糖酸钾、2-酮基葡萄糖酸钾或 5-酮基葡萄糖酸钾。**化学特征：**主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（45.4%）、iso-$C_{15:0}$（22.0%）和 anteiso-$C_{17:0}$（11.2%）。细胞壁肽聚糖类型为 A1α，含 L-Lys。★**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.4 mol%。16S rRNA 基因序列分析结果表明，菌株 P9^{T} 与 *J. campisalis* DSM 18983^{T} 和 *J. marinus* DSM 1297^{T} 的同源性分别为 96.8%和 96.5%。16S rRNA 基因序列如下。

1 tcaggacgaa cgctggcggc gtgcctaata catgcaagtc gagcgaatga cgaaggagct
61 tgctccttct gatttagcgg cggacgggtg agtaacacgt gggcaatctg cccgtaagac
121 tgggataact ccgggaaacc ggggctaata ccggataatc ccgatcctct cctgaggatc
181 ggttgaaaga tggtttcggc tatcacttac ggatgagccc gcggcgcatt agctagttgg
241 tggggtaatg gctcaccaag gcgacgatgc gtagccgacc tgagagggtg atcggccaca
301 ctgggactga gacacggccc agactcctac gggaggcagc agtagggaat cttccgcaat
361 ggacgaaagt ctgacggagc aacgccgcgt gagtgaagaa ggttttcgga tcgtaaagct
421 ctgttgttag ggaagaacac gtacgagagt aactgctcgt accttgacgg tacctaacca
481 gaaagccacg gctaactacg tgccagcagc cgcggtaata cgtaggtggc aagcgttgtc
541 cggaattatt gggcgtaaag cgcgcgcagg tggttcttta agtctgatgt gaaagccccc
601 ggctcaaccg gggagggtca ttggaaactg gggaacttga gtgcaggaga ggaaagtgga
661 attccacgtg tagcggtgaa atgcgtagat atgtggagga acaccagtgg cgaaggcgac
721 tttctggcct gtaactgaca ctgaggcgcg aaagcgtggg gagcaaacag gattagatac
781 cctggtagtc cacgccgtaa acgatgagtg ctaagtgttg gggggtttcc gcccctcagt
841 gctgcagcta acgcattaag cactccgcct ggggagtacg gccgcaaggc tgaaactcaa
901 aggaattgac gggggcccgc acaagcggtg gagcatgtgg tttaattcga agcaacgcga
961 agaaccttac caggtcttga catcctctgc caacccaaga gattgggcgt tccccttcgg
1021 gggacagagt gacaggtggt gcatggttgt cgtcagctcg tgtcgtgaga tgttgggtta
1081 agtcccgcaa cgagcgcaac ccttgatctt agttgccagc attcagttgg gcactctaag
1141 gtgactgccg gtgacaaacc ggaggaaggt ggggatgacg tcaaatcatc atgcccctta
1201 tgacctgggc tacacacgtg ctacaatgga cgatacaaag ggcagcaaga ccgcgaggtg
1261 gagccaatcc cataaaatcg ttctcagttc ggattgtagg ctgcaactcg cctacatgaa
1321 gctggaatcg ctagtaatcg cggatcagca tgccgcggtg aatacgttcc cgggccttgt
1381 acacaccgcc cgtcacacca cgagagtttg taacacccga agtcggtggg gtaacacttt
1441 atgtgagcca gccgcctaag gtgggacaga tgattggggt gaagtcgtaa caaggtagcc
1501 gtatcggaag gtgcggctgg atcac

727. *Jeotgalibacillus soli*（土壤咸海鲜芽胞杆菌）

【**种类编号**】4-63-6。*Jeotgalibacillus soli* Chen et al.，2010，sp. nov.（土壤咸海鲜芽

胞杆菌）。**★模式菌株：**JSM 081008 = DSM 22174 = KCTC 13528。**★16S rRNA 基因序列号：**FJ527421。**★种名释意：***soli* 意为模式菌株分离自土壤，故中文名称为土壤咸海鲜芽胞杆菌（so′li. L. n. *soli* of soil，the source of the organism）。该种名与 *Jeotgalibacillus soli* Cunha et al.，2012，sp. nov.为异种同名，需要进行更改。

【种类描述】★菌株来源：菌株 JSM 081008[T] 从我国非盐碱的森林土壤中分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，杆状［（0.9～1.1）μm×（2.5～4.0）μm］，严格好氧，以周生鞭毛运动。芽胞椭圆形，中生，胞囊不膨大。在 MA 培养基上的菌落产黄色色素，圆形，微凸起，不透明，有光泽，直径 1～2 mm，无可扩散的色素产生。**★生理特性：**生长温度为 10～40℃，最适为 30～35℃。pH 为 6.0～10.5，最适 pH 7.0～8.0。生长的 NaCl 浓度是 0～20%（w/v），最适为 2%～5%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。产 H_2S。脲酶为阳性，但下列反应为阴性：产吲哚、硝酸盐还原、甲基红和 V-P 反应。能水解七叶苷、酪蛋白、淀粉、吐温 40 和吐温 60，但不能水解 DNA、明胶、次黄嘌呤、吐温 20、吐温 80 和黄嘌呤。由下列物质产酸：D-果糖、D-葡萄糖、甘油、D-甘露醇、D-核糖、蔗糖和海藻糖。不能由下列物质产酸：核糖醇、L-阿拉伯糖、半乳糖醇、D-半乳糖、肌醇、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-水杨苷、D-山梨醇或 D-木糖。能利用 D-葡萄糖和海藻糖作为唯一碳源和能源，但不能利用 L-阿拉伯糖、纤维二糖、糊精、D-果糖、D-半乳糖、糖原、乳糖、麦芽糖、D-甘露糖、松三糖、蜜二糖、棉籽糖、L-鼠李糖、D-核糖、蔗糖、D-木糖、核糖醇、甘油、肌醇、D-甘露糖、D-山梨醇、水杨苷、丁酸、柠檬酸、甲酸、延胡索酸、葡萄糖酸、苹果酸、丙二酸、丙酸、琥珀酸、乙酰胺、L-丙氨酸、L-精氨酸、L-天冬酰胺、L-谷氨酸、L-甘氨酸、L-组氨酸、L-羟脯氨酸、L-异亮氨酸、L-亮氨酸、L-甲硫氨酸、L-脯氨酸、L-丝氨酸和 L-缬氨酸。组成型表达的酶为酸性磷酸酶、碱性磷酸酶、酯酶（C4）、半胱氨酸芳基酰胺酶、β-葡萄糖苷酶、酯酶（C14）和萘酚-AS-BI-磷酸水解酶。下列酶活性为阴性：α-胰凝乳蛋白酶、酯酶（C8）、α-岩藻糖苷酶、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、N-乙酰-β-氨基葡萄糖苷酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、亮氨酸芳基酰胺酶、α-甘露糖苷酶、胰蛋白酶和缬氨酸芳基酰胺酶。**化学特征：**细胞壁肽聚糖类型为 A1α，特征氨基酸为 L-Lys。主要呼吸醌为 MK-7。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{17:0}$ 和 $C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量是 42.6 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 JSM 081008[T] 与 *J. alimentariu*、*J. salarius*、*J. campisalis* 和 *J. marinus* 的同源性分别为 99.4%、97.0%、95.4%和 95.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggcgggggct  atacatgcaa  gtcgagcgaa  cagatgagga  gcttgctcct  ctgatgttag
61    cggcggacgg  gtgagtaaca  cgtgggcaac  ctgccctgca  gattgggata  actccgggaa
121   accggggcta  ataccgaata  acagaaagaa  tctcctgatt  ctttttgaa   aggcggcttc
181   ggctgtcact  gcaggatggg  cccgcggcgc  attagctagt  tggtgaggta  acggctcacc
241   aaggcaacga  tgcgtagccg  acctgagagg  gtgatcggcc  acactgggac  tgagacacgg
301   cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg  aatcttccgc  aatggacgaa  agtctgacgg
361   agcaacgccg  cgtgagtgaa  gaaggttttc  ggatcgtaaa  gctctgttgt  cagggaagaa
421   caagtaccat  agtaactgat  ggtaccttga  cggtacctga  ccagaaagcc  acggctaact
481   acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggt  ggcaagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta
541   aagcgcgcgc  aggtggttcc  aaaagtctga  tgtgaaagcc  cccggctcaa  ccggggaggg
```

601	tcattggaaa	ctggggaact	tgagtgcagg	agaggaaagt	ggaattccac	gtgtagcggt
661	gaaatgcgta	gatatgtgga	ggaacaccag	tggcgaaggc	gactttctgg	cctgtaactg
721	acactgaggc	gcgaaagcgt	ggggagcaaa	caggattaga	taccctggta	gtccacgccg
781	taaacgatga	gtgctaagtg	ttgggggggt	ttccgcccct	cagtgctgca	gctaacgcat
841	taagcactcc	gcctggggag	tacggccgca	aggctgaaac	tcaaaggaat	tgacggggs
901	ccgcacaagc	ggtggagcat	gtggtttaat	tcgaagcaac	gcgaagaacc	ttaccaggtc
961	ttgacatccc	ggtgaccgca	ctggagacag	tgttttccct	tcggggacaa	cggtgacagg
1021	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt	gagatgttgg	gttaagtccc	gcaacgagcg
1081	caacccttga	tcttagttgc	cagcattcag	ttgggcactc	taaggtgact	gccggtgaca
1141	aaccggagga	aggtggggat	gacgtcaaat	catcatgccc	cttatgacct	gggctacaca
1201	cgtgctacaa	tggacgatac	aaagggctgc	gagaccgcga	ggtttagcca	atcccataaa
1261	atcgttctca	gttcggattg	taggctgcaa	ctcgcctaca	tgaagctgga	atcgctagta
1321	atcgcggatc	agcatgccgc	ggtgaatacg	ttcccgggcc	ttgtacacac	cgcccgtcac
1381	accacgagag	tttgtaacac	ccgaagtcgg	tgaggtaacc	ttttggagcc	agccgcctaa
1441	ggtgggacag	atgattgggg	tgaagtcgaa			

六十四、鲁梅尔芽胞杆菌属（*Rummeliibacillus*）

【属特征描述】细胞杆状，革兰氏阳性，可运动。在 MSM 培养基上 32℃培养 72 h 能形成芽胞，芽胞圆形，端生，含芽胞外壁。生长温度为 28～55℃，生长的 NaCl 浓度最高为 5%。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂类为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺，中度含量为一种未知的氨基磷脂，少量的两种未知磷脂和一种氨脂。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（50%）、iso-$C_{15:0}$（25%）和 anteiso-$C_{17:0}$（7%）。细胞壁肽聚糖类型为 L-Lys–D-Glu 或 Lys–Asp。模式菌株的 DNA 的 G+C 含量为 34.3 mol%。**★属名释意：** *Rummeliibacillus* 中 *Rummelius* 为 Rummel 之意，旨在纪念航天学家 John Rummel，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为鲁梅尔芽胞杆菌属（Rum.me′li.i.ba.cil′lus. N.L. n. *Rummelius* Rummel；L. masc. n. *bacillus* a rod，and also a bacterial genus name；N.L. masc. n. *Rummeliibacillus* a bacterium close to the genus *Bacillus* and named in honour of former NASA Planetary Protection Officer Dr John Rummel，an astrobiologist responsible for bringing plan）。

728. *Rummeliibacillus pycnus*（厚胞鲁梅尔芽胞杆菌）

【种类编号】4-64-1。*Rummeliibacillus pycnus* （Nakamura et al.，2002）Vaishampayan et al.，2009，comb. nov.（厚胞鲁梅尔芽胞杆菌）= *Bacillus pycnus* Nakamura et al.，2002，sp. nov.。**★模式菌株：**DSM 15030 = JCM 11075 = NBRC 101231 = NRRL NRS-1691。**★16S rRNA 基因序列号：**AB271739。**★种名释意：***pycnus* 为厚胞之意，故其中文名称为厚胞鲁梅尔芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *pycnus*，thick，referring to thick cells）。

【种类描述】★菌株来源：菌株从土壤中分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格好氧，能运动，杆状［（1.0～1.5）μm ×（3.0～5.0）μm］。芽胞圆形，胞囊膨大。在 TGY 培养基上 28℃培养 24 h 的菌落直径约 1 mm，无色素，半透明，薄，光滑，圆形，

边缘整齐。★**生理特性**：最适生长温度为 28～30℃，最低生长温度为 5～10℃，最高生长温度为 40～50℃。在 pH 5.7 可生长，但在含 0.001%溶菌酶和 5% NaCl 时不能生长。对氯霉素、妥布霉素、链霉素、红霉素和四环素敏感。生物素、硫胺素和半胱氨酸为生长所必需的。★**生化特性**：过氧化氢酶为阳性反应；不能还原硝酸盐；不产 H_2S、吲哚、乙酰甲基甲醇和二羟基丙酮；V-P 培养基的 pH 是 7.2～7.6。不能水解淀粉、酪蛋白、酪氨酸、尿素、吐温 40、吐温 80 和卵黄卵磷脂；不能发酵己糖、戊糖、己糖醇、双糖和三糖；菌株在 pH 为 5.7 时能生长；在含 0.001%溶菌酶和 5% NaCl 中不能生长。Biolog GP 测试结果表明，丙酮酸和 β-羟基丁酸盐能被氧化；柠檬酸盐、丙酸酯、L-丙氨酸、甘氨酰-L-谷氨酸、2′-脱氧腺苷、肌苷、AMP 和 UMP 不会被氧化。★**化学特性**：主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（70.3%）、anteiso-$C_{15:0}$（8.1%）、$C_{16:1\omega7cis}$ alcohol（6.0%）、iso-$C_{16:0}$（3.1%）和 $C_{16:1\omega11cis}$（1.4%）。细胞壁肽聚糖类型为 L-Lys—D-Glu。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 35 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 KSC-SF6g^T、M32 和 NBRC 12622 与 *Bacillus pycnus* NRRL NRS-1691^T（98%）的亲缘关系最近，其次分别是 *Kurthia*（96%）和 *Viridibacillus*（94%～96%）。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 KSC-SF6g^T、M32 和 NBRC 12622 之间的关联度约为 70%，但它们与 *B. pycnus* NRRL NRS-1691^T 的关联度低于 13%。因此，结合其他特征，建立新属 *Rummeliibacillus* gen. nov，*Rummeliibacillus stabekisii* KSC-SF6g^T 是该属模式种。同时，将 *Bacillus pycnus* 重分类为 *Rummeliibacillus pycnus* comb. nov.（JCM 11075^T）。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gaatgacgag  gagcttgctc
61    ctctgattta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  cctgccctgt  agactgggat
121   aacttcggga  aaccggagct  aataccggat  aatccatttc  acctcatggt  gaaatgttga
181   aaggcgcttt  cgggcgtcac  tacaggatgg  gcccgcggtg  cattagctag  ttggtggggt
241   aacggcctac  caaggcgacg  atgcatagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacattggga
301   ctgagacacg  gcccaaactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttcca  caatggacga
361   aagtctgatg  gagcaacgcc  gcgtgagtga  tgaaggtttt  cggatcgtaa  aactctgttg
421   taagggaaga  acaagtacgt  taggaaatga  acgtaccttg  acggtacctt  attagaaagc
481   cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  tggcaagcgt  tgtccggatt
541   tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggttt  cttaagtctg  atgtgaaagc  ccacggctta
601   accgtggagg  gtcattggaa  actgggagac  ttgagtgcag  aagaggaaag  tggaattcca
661   agtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatttgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cgactttctg
721   gtctgcaact  gacgctgagg  cgcgaaagca  tggggagcaa  acaggattag  ataccctggt
781   agtccatgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagggggt  ttccgcccct  tagtgctgca
841   gctaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacgaccgca  aggttgaaac  tcaaaggaat
901   tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc
961   ttaccaggtc  ttgacatccc  agtgaccact  ctagagatag  agttttccct  tcggggacat
1021  tggtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081  gcaacgagcg  caacccttaa  tcttagttgc  catcatttag  ttgggcactc  taaggtgact
1141  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgacct
1201  gggctacaca  cgtgctacaa  tggacggtac  aaagagtcgc  taactcgcga  gagcacgcta
1261  atctcataaa  accgttctca  gttcggattg  taggctgcaa  ctcgcctaca  tgaagccgga
1321  atcgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatacg  ttcccgggcc  ttgtacacac
```

1381　cgcccgtcac　accacgagag　tttgtaacac　ccgaagtcgg　tgaggtaacc　ttttggagcc
1441　agccgccgaa　ggtgggatag　atgattgggg　tgaag

729. *Rummeliibacillus stabekisii*（司氏鲁梅尔芽胞杆菌）

【种类编号】4-64-2。*Rummeliibacillus stabekisii* Vaishampayan et al.，2009，sp. nov.（司氏鲁梅尔芽胞杆菌）。**★模式菌株：**KSC-SF6g = NBRC 104870 = NRRL B-51320。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ870754。**★种名释意：***stabekisii* 意为 Stabekis，旨在纪念美国科学家 Perry Stabekis，故其中文名称为司氏鲁梅尔芽胞杆菌（N.L. gen. masc. n. *stabekisii*，of Stabekis，in honour of Perry Stabekis，a great source of advice and wisdom to the NASA Planetary Protection Program and its officers）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 KSC-SF6g^{T}、M32 和 NBRC 12622 从美国佛罗里达州肯尼迪航天中心导弹有害物质处理厂分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格好氧，杆状［（1.07～1.14）μm ×（2.64～3.32）μm］。芽胞圆形，端生。在 TSA 培养基上 32℃培养 24 h 的菌落直径约 1 mm，无色素，透明，光滑，圆形，边缘整齐。**★生理特性：**生长温度为 28～55℃，最适为 28～32℃，在 5～10℃或 65℃时菌株不能生长。在含 7% NaCl 时菌株能生长。**★生化特性：**氧化酶为阴性。不能还原硝酸盐。能水解明胶和淀粉。能利用柠檬酸盐。利用下列化合物产酸：D-阿拉伯糖、D-核糖、D-木糖、D-半乳糖、D-葡萄糖、D-乳糖、D-甘露糖、D-甘露醇和纤维二糖。**化学特征：**细胞壁肽聚糖类型为 Lys–Asp。主要呼吸醌为 MK-7。极性脂包括二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油磷脂和磷脂酰乙醇胺，中等含量的未知氨基酸磷脂、两个未知的磷脂和少量的未知氨脂。细胞主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$、iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 34.3 mol%。基于 16S rRNA 基因序列的系统发育分析结果表明，菌株 KSC-SF6g^{T}、M32 和 NBRC 12622 与 *Bacillus pycnus* NRRL NRS-1691^{T}（98%）的亲缘关系最近，其次分别是 *Kurthia*（96%）和 *Viridibacillus*（94%～96%）。DNA-DNA 杂交实验表明，菌株 KSC-SF6g^{T}、M32 和 NBRC 12622 之间的关联度约为 70%，但它们与 *B. pycnus* NRRL NRS-1691^{T} 的关联度低于 13%。因此，结合其他特征，建立新属 *Rummeliibacillus* gen. nov，*Rummeliibacillus stabekisii* KSC-SF6g^{T} 是该属模式种。同时，将 *Bacillus pycnus* 重分类为 *Rummeliibacillus pycnus* comb. nov.（JCM 11075^{T}）。16S rRNA 基因序列如下。

1　ctatacatgc　aagtcgagcg　aatgacgagg　agcttgctcc　tctgatttag　cggcggacgg
61　gtgagtaaca　cgtgggcaac　ctgccctgca　gactgggata　acttcgggaa　accggagcta
121　ataccggata　atccatttta　cttcatggtg　aaatgttgaa　aggcgctttc　gcgccactgc
181　aggatgggcc　cgcggtgcat　tagctagttg　gtggggtaac　ggcctaccaa　ggcgacgatg
241　catagccgac　ctgagagggt　gatcggccac　attgggactg　agacacggcc　caaactccta
301　cgggaggcag　cagtagggaa　tcttccacaa　tggacgaaag　tctgatggag　caacgccgcg
361　tgagtgatga　aggttttcgg　atcgtaaaac　tctgttgtaa　gggaagaaca　agtacgttag
421　gaaatgaacg　taccttgacg　gtaccttatt　agaaagccac　ggctaactac　gtgccagcag
481　ccgcggtaat　acgtaggtgg　caagcgttgt　ccggatttat　tgggcgtaaa　gcgcgcgcag
541　gtggtttctt　aagtctgatg　tgaaatctcg　cggctcaacc　gcgagcggtc　attggaaact
601　ggggaacttg　agtgcagaag　aggatagtgg　aattccaagt　gtagcggtga　aatgcgtaga
661　gatttggagg　aacaccagtg　gcgaaggcga　ctgtctggtc　tgtaactgac　actgaggcgc

721	gaaagcgtgg	ggagcaaaca	ggattagata	ccctggtagt	ccacgccgta	aacgatgagt
781	gctaagtgtt	agggggtttc	cgccccttag	tgctgcagct	aacgcattaa	gcactccgcc
841	tggggagtac	gaccgcaagg	ttgaaactca	aaggaattga	cgggggcccg	cacaagcggt
901	ggagcatgtg	gtttaattcg	aagcaacgcg	wagaacctta	ccaggtcttg	acatcccagt
961	gaccgctcta	gagatagagt	tttcccttcg	gggacattgg	tgacaggtgg	tgcatggttg
1021	tcgtcagctc	gtgtcgtgag	atgttgggtt	aagtcccgca	acgagcgcaa	cccttgatct
1081	tagttgccat	catttagttg	ggcactctaa	ggtgactgcc	ggtgacaaac	cggaggaagg
1141	tggggatgac	gtcaaatcat	catgcccctt	atgacctggg	ctacacacgt	gctacaatgg
1201	acggtacaaa	gagtcgcaaa	ctcgcgagag	caagctaatc	tcataaaacc	gttctcagtt
1261	cggattgtag	gctgcaactc	gcctacatga	agccggaatc	gctagtaatc	gcggatcagc
1321	atgccgcggt	gaatacgttc	ccgggccttg	tacacaccgc	ccgtcacacc	acgagagttt
1381	gtaacacccg	aagtcggtga	ggtaaccttt	tggggccagc	cgccgaaggt	gggatagatg
1441	attggggtga	agtcgtaagc	aa			

730. *Rummeliibacillus suwonensis*（水原鲁梅尔芽胞杆菌）

【种类编号】4-64-3。*Rummeliibacillus suwonensis* Her and Kim，2013，sp. nov.（水原鲁梅尔芽胞杆菌）。**★模式菌株：**G20 = KACC 17316 = KEMB 9005-003 = JCM 19065。**★16S rRNA 基因序列号：**KC677630。**★种名释意：***suwonensis* 意为模式菌株分离自韩国水原，故其中文名称为水原鲁梅尔芽胞杆菌（su.won.en′sis. N.L. masc. adj. *suwonensis* referring to the city of Suwon，South Korea，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 G20^T 分离自韩国水原的山区土壤。**★形态特征：**细胞杆状，革兰氏阳性，不运动，芽胞端生。**★生理特性：**生长温度为 20～50℃（最适为 37～45℃）。pH 为 5.5～10（最适 pH 6.5～8.0）。NaCl 浓度为 0～5%（最适为 0～1.5%）。可以在 LB、NA、R2A 和 TSA（最好）培养基中生长。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。可将硝酸盐还原为亚硝酸盐。产吲哚。能利用缬草酸、糖原、D-葡萄糖和苹果酸（API 20NE 和 API ID 32GN）。下列酶活性为阳性：酯酶（C4）、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶和明胶酶（蛋白酶）（API ZYM）。不能由 API 50CHB 系统中所有物质产酸。**化学特征：**主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{15:0}$。主要呼吸醌为 MK-7 和 MK-8。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 37.8 mol%。16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 G20^T 与 *Rummeliibacillus pycnus* NBRC 101231^T 和 *Rummeliibacillus stabekisii* KSC-SF6g^T 的同源性分别为 97.4%和 95.7%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 G20^T 与 *R. pycnus* NBRC 101231^T 和 *R. stabekisii* KSC-SF6g^T 的关联度分别为 42%和 50%。16S rRNA 基因序列如下。

1	ttttgagttt	tggatatcgg	ctcaggacga	acgctggcgg	cgtgcctaat	acatgcaagt
61	cgagcgcatg	acgaggagct	tgctcctctg	attgagcggc	ggacgggtga	gtaacacgtg
121	ggcaacctgc	cctgtagacg	gggataactt	cgggaaaccg	gagctaatac	cggataatcc
181	tcttccccac	atggggaaga	gttgaaaggc	gcttttgcgt	cactacagga	tgggcccgcg
241	gtgcattagc	tagttggtgg	ggtaacggcc	taccaaggcg	acgatgcata	gccgacctga
301	gagggtgatc	ggccacattg	ggactgagac	acggcccaaa	ctcctacggg	aggcagcagt
361	agggaatctt	ccacaatgga	cgaaagtctg	atggagcaac	gccgcgtgag	tgatgaaggt
421	tttcggatcg	taaaactctg	ttgtaaggga	agaaccagta	cgtcaggcaa	tggacgtacc

481	ttgacggtac	cttattagaa	agccacggct	aactacgtgc	cagcagccgc	ggtaatacgt
541	aggtggcaag	cgttgtccgg	aattattggg	cgtaaagcgc	gcgcaggtgg	tttcttaagt
601	ctgatgtgaa	agcccacggc	ttaaccgtgg	agggtcattg	gaaactggga	gacttgagtg
661	cagaagagga	aagtggaatt	ccaagtgtag	cggtgaaatg	cgtagagatt	tggaggaaca
721	ccagtggcga	aggcgacttt	ctggtctgca	actgacgctg	aggcgcgaaa	gcatggggag
781	caaacaggat	tagataccct	ggtagtccat	gccgtaaacg	atgagtgcta	agtgttaggg
841	ggtttccgcc	ccttagtgct	gcagctaacg	cattaagcac	tccgcctggg	gagtacgacc
901	gcaaggttga	aactcaaagg	aattgacggg	ggcccgcaca	agcggtggag	catgtggttt
961	aattcgaagc	aacgcgaaga	accttaccag	gtcttgacat	cccgatgacc	gctctagaga
1021	tagagttttc	ccttcgggga	cattggtgac	aggtggtgca	tggttgtcgt	cagctcgtgt
1081	cgtgagatgt	tgggttaagt	cccgcaacga	gcgcaaccct	taatcttagt	tgccatcatt
1141	tagttgggca	ctctaaggtg	actgccggtg	ataaaccgga	ggaaggtggg	gatgacgtca
1201	aatcatcatg	ccccttatga	cctgggctac	acacgtgcta	caatggacgg	tacaaagagt
1261	cgctcactcg	cgagagtatg	ctaatctcat	aaaaccgttc	tcagttcgga	ttgtaggctg
1321	caactcgcct	acatgaagcc	ggaatcgcta	gtaatcgcgg	atcagcatgc	cgcggtgaat
1381	acgttcccgg	gccttgtaca	caccgcccgt	cacaccacga	gagtttgtaa	caccccgagt
1441	cggtgaggta	accttggagc	cgccgcgaag	tgatgagcgg	aa	

六十五、土壤芽胞杆菌属（*Solibacillus*）

【属特征描述】细胞革兰氏阳性，杆状。芽胞圆形，端生，胞囊膨大。过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐还原、V-P 反应、产吲哚均为阴性。细胞壁类型为 A4α（含 Lys、Glu 和 Ala）。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰丝氨酸和一种未知磷脂。模式种为 *Solibacillus silvestris*。**★属名释意：***Solibacillus* 中 *solum* 为土壤之意，*Bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为土壤芽胞杆菌属（So.li.ba.cil′lus. L. n. *solum* soil；L. n. *Bacillus* a bacterial genus；N.L. n. *Solibacillus* a *Bacillus*-like organism isolated from soil）。

731. *Solibacillus silvestris*（森林土壤芽胞杆菌）

【种类编号】4-65-1。*Solibacillus silvestris*（Rheims et al.，1999）Krishnamurthi et al.，2009，comb. nov.（森林土壤芽胞杆菌）= *Bacillus silvestris* Rheims et al.，1999，sp. nov.。**★模式菌株：**HR3-23 = ATCC BAA-269 = CIP 106059 = DSM 12223 = LMG 18991。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ006086。**★种名释意：***silvestris* 为森林之意，故其中文名称为森林土壤芽胞杆菌（L. masc. adj. *silvestris*，of or belonging to a wood or forest，isolated from a forest）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 HR3-23^T 是从德国下萨克森州不伦瑞克土壤山毛榉林表层土壤中分离出来的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，严格好氧，以周生鞭毛运动，杆状［（0.9～2.0）μm ×（0.5～0.7）μm］。芽胞圆形（直径为 0.5～0.7 μm），端生，胞囊膨大。**★生理特性：**生长温度为 10～40℃，最适为 20～30℃。菌株在 pH 5.7 或溶菌酶存在时不生长。在 NaCl 为 0、2%和 5%（w/v）时能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为

阳性，氧化酶为阴性。V-P 反应为阴性，生长过程中 V-P 反应培养液的 pH 不发生变化。能利用甘油和核糖作为唯一碳源，但不产酸。不能由下列化合物产酸：D-葡萄糖、赤藓糖醇、D-阿拉伯糖、L-阿拉伯糖、D-木糖、L-木糖、核糖醇、甲基-β-D-木糖苷、半乳糖、甘露糖、D-甘露醇、D-果糖、L-山梨糖、鼠李糖、半乳糖醇、肌醇、山梨醇、甲基-α-D-甘露糖苷、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺、苦杏仁糖、熊果苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、麦芽糖、乳糖、蜜二糖、蔗糖、海藻糖、菊糖、松三糖、D-棉籽糖、淀粉、糖原、木糖醇、β-苦杏仁糖、D-松二糖、D-木糖、D-己酮糖、D-海藻糖、L-海藻糖、D-阿糖醇、L-阿糖醇、葡萄糖酸盐、2-酮基葡萄糖酸和 5-酮基葡萄糖酸。不能水解酪蛋白、明胶、淀粉、吐温 80 和七叶苷。不能利用柠檬酸或丙酸。不能降解酪氨酸。苯丙氨酸的脱氨和卵黄卵磷脂酶试验为阴性。不能还原硝酸盐。不产吲哚。精氨酸双水解酶为阴性。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖类型为 A4α，含 Lys、Glu 和 Ala。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂甘油、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰丝氨酸和未知的磷脂。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（44.2%）、iso-$C_{16:1}$（18.7%）、iso-$C_{17:1}$（7.8%）、iso-$C_{16:0}$（6.2%）、anteiso-$C_{15:0}$（5.6%）和 iso-$C_{17:0}$（5.1%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.3 mol%。16S rRNA 结果表明菌株 HR3-23^T 与 *Lysinibacillus sphaericus* ATCC14577^T 的 16S rRNA 同源性为 94.2%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gctcaggacg  aacgctggcg  gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgagcggaa  attttattgg
61    tgcttgcacc  tttaaaattt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggt  aacctacctt
121   atagattggg  ataactccgg  gaaaccgggg  ctaataccga  ataatacttt  ttaacacatg
181   tttgaaagtt  gaaagacggt  ttcggctgtc  actataagat  ggacccgcgg  cgcattagct
241   agttggtgag  gtaacggctc  accaaggcaa  cgatgcgtag  ccgacctgag  agggtgatcg
301   gccacactgg  gactgagaca  cggcccagac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc
361   cacaatggac  gaaagtctga  tggagcaacg  ccgcgtgagt  gaagaaggat  ttcggttcgt
421   aaaactctgt  tgcaagggaa  gaacaagtag  cgtagtaact  ggcgctacct  tgacggtacc
481   ttgttagaaa  gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  ggtggcaagc
541   gttgtccgga  attattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggtggt  tccttaagtc  tgatgtgaaa
601   gcccccggct  caaccgggga  gggtcattgg  aaactgggga  acttgagtgc  agaagaggat
661   agtggaattc  caagtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagattt  ggaggaacac  cagtggcgaa
721   ggcgactgtc  tggtctgtaa  ctgacactga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt
781   agataccctg  gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctaa  gtgttggggg  gtttccgccc
841   ctcagtgctg  cagctaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggtcg  caagactgaa
901   actcaaagga  attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca
961   acgcgaagaa  ccttaccagg  tcttgacatc  ccggtgacca  ctatggagac  atagtttccc
1021  cttcgggggc  aacggtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt
1081  gggttaagtc  ccgcaacgag  cgcaaccctt  attcttagtt  gccatcattc  agttgggcac
1141  tctaaggaga  ctgccggtga  taaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc
1201  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac  aatggacggt  acaaacggtt  gccaacccgc
1261  gagggggagc  taatccgata  aaaccgttct  cagttcggat  tgtaggctgc  aactcgccta
1321  catgaagccg  gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata  cgttcccggg
1381  ccttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agtttgtaac  acccgaagtc  ggtgaggtaa
1441  cctttatgga  cccacccgcc  gaaggtggga  taaataattg  gggtgaattc  ttaacaaggt
```

```
1501   acccgtatcg  gaaggtgcgg  ctggatca
```

六十六、尿素芽胞杆菌属（*Ureibacillus*）

【属特征描述】细胞革兰氏阳性，可运动，杆状［（0.5～0.7）μm×（1～6）μm］，单生或形成链状。芽胞球形，端生或次端生，胞囊膨大。好氧。嗜热。细胞壁肽聚糖类型为 L-Lys←D-Asn（变异的 A4α）。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂和未知糖脂。主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$。DNA 的 G+C 含量为 35.7 mol%～41.5 mol%。属内各种之间的 16S rRNA 基因同源性均超过 98%。模式种为 *Ureibacillus thermosphaericus*。**★属名释意：***Ureibacillus* 中 *urea* 为尿素之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为尿素芽胞杆菌属（Ur.e.i.ba.cil′lus. L. n. *urea* urea；L. dim. n. *bacillus* from *Bacillus*，a genus of aerobic endosporeforming bacteria；*Ureibacillus* a ureolytic aerobic bacillus）。

732. *Ureibacillus composti*（堆肥尿素芽胞杆菌）

【种类编号】4-66-1。*Ureibacillus composti* Weon et al.，2007，sp. nov.（堆肥尿素芽胞杆菌）。**★模式菌株：**HC145 = DSM 17951 = KACC 11361。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ348071。**★种名释意：***composti* 为堆肥之意，故其中文名称为堆肥尿素芽胞杆菌（N.L. gen. n. *composti*，of compost）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $HC145^T$ 是从韩国利川堆肥设施的堆肥里分离出来的。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，杆状［（0.7～0.9）μm×（2.5～4.0）μm］。芽胞球形，端生或次端生。菌落为圆形，浅棕色，凸起。**★生理特性：**生长温度为 37～60℃，pH 为 6～8，NaCl 浓度为 0～5%（w/v）。厌氧条件下菌株不能生长。**★生化特性：**能水解七叶苷，不能水解酪蛋白、明胶、酪氨酸、淀粉和尿素。过氧化氢酶、氧化酶和苯丙氨酸脱氨酶为阳性。不能利用葡萄糖，不产吲哚，不能还原硝酸盐。V-P 反应为阴性。不能利用下列化合物产酸：D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-木糖和 D-甘露醇。**★化学特性：**肽聚糖为 L-Lys←D-ASP 类型。主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$。主要呼吸醌是 MK-7、MK-8 和 MK-9。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂和未知糖脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 42.4 mol%。该菌与 *Ureibacillus* 菌株的 16S rRNA 序列同源性为 97.8%～98.1%，DNA-DNA 杂交结果表明该菌株与 *Ureibacillus* 菌株之间的关联度为 38%～51%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     agagtttgat  cctggctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61    gaaccgattg  aaagcttgct  ttcatgaggt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggt
121   aacctgccct  atagactggg  ataactcgcg  gaaacgtgag  ctaataccgg  ataacacatc
181   tttgcgcatg  cttagatgtt  gaaagatggt  tctgctatca  ctataggatg  ggcccgcggc
241   gcattagcta  gttggtgggg  taacggccta  ccaaggcgac  gatgcgtagc  cgacctgaga
301   gggtgatcgg  ccacactggg  actgagacac  ggcccagact  cctacgggag  gcagcagtag
361   ggaatcttcc  acaatgggcg  aaagcctgat  ggagcaacgc  cgcgtgagcg  aagaaggtct
421   tcggatcgta  aagctctgtt  gtaagggaag  aacaagtgca  gtagtaactg  actgcaccct
481   gacggtacct  tactagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag
541   gtggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggtc  tcttaagtct
```

601	gatgtgaaag	cccccggctc	aaccggggag	ggtcattgga	aactgggaga	cttgagtgca
661	ggagagggaa	gtggaattcc	atgtgtagcg	gtgaaatgcg	tagagatatg	gaggaacacc
721	agtggcgaag	gcggcttcct	ggcctgtaac	tgacgctgag	gcgcgaaagc	gtggggagca
781	aacaggatta	gataccctgg	tagtccacgc	cgtaaacgat	gagtgctagg	tgttaggggg
841	tttccacccc	ttagtgctgc	agctaacgca	ttaagcactc	cgcctgggga	gtacggtcgc
901	aagactgaaa	ctcaaaggaa	ttgacggggg	cccgcacaag	cggtggagca	tgtggtttaa
961	ttcgaagcaa	cgcgaagaac	cttaccaggt	cttgacatcc	cgctgaccgc	catggagaca
1021	tggctttccc	ttcggggaca	gcggtgacag	gtggtgcatg	gttgtcgtca	gctcgtgtcg
1081	tgagatgttg	ggttaagtcc	cgcaacgagc	gcaacccttg	tccttagttg	ccatcattca
1141	gttgggcact	ctaaggagac	tgccgtacaa	atacggagga	aggtggggat	gacgtcaaat
1201	catcatgccc	cttatgacct	gggctacaca	cgtgctacaa	tgggcggtac	aaagggctgc
1261	gaacccgcga	gggggagcga	atcccaaaaa	gccgctctca	gttcggattg	caggctgcaa
1321	ctcgcctgca	tgaagccgga	atcgctagta	atcgcggatc	agcatgccgc	ggtgaatacg
1381	ttcccgggcc	ttgtacacac	cgcccgtcac	accacgagag	tctgtaacac	ccgaagtcgg
1441	tgaggtaacc	cttcgggagc	cagccgccga	aggtgggaca	gatgattggg	gtgaagtcgt
1501	aacaaggtag	ccgta				

733. *Ureibacillus defluvii*（污泥尿素芽胞杆菌）

【种类编号】4-66-2。*Ureibacillus defluvii* Zhou et al.，2014，sp. nov.（污泥尿素芽胞杆菌）。★**模式菌株：**DX-1 = CGMCC 1.12358 = KCTC 33127。★**16S rRNA 基因序列号：**JX274433。★**种名释意：***defluvii* 为活性污泥，故其中文名称为污泥尿素芽胞杆菌（L. gen. n. *defluvii*，of sewage）。

【种类描述】★**菌株来源：**菌株 DX-1^T 从微生物燃料电池阳极生物膜中分离得到。★**形态特征：**细胞革兰氏阴性，嗜热，杆状［（0.3～0.7）μm×（1.5～2.5）μm］，无鞭毛不能运动。芽胞椭圆形，次端生或端生，胞囊膨大。在 NA 培养基上 55℃生长 24 h 的菌落为圆形，亮棕色，凸起。★**生理特性：**生长温度为 25～60℃，最适 55℃。pH 为 6.0～8.0，最适 pH 7.0。NaCl 浓度为 0～6%。★**生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。API 20E 结果显示，β-半乳糖苷酶、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶、色氨酸脱氨酶和 V-P 反应均为阳性。不能还原硝酸盐，不产吲哚和 H_2S。能水解七叶苷，但不能水解明胶或酪蛋白。利用下列碳源：D-甘露醇、缬草酸、4-羟基苯乙酸、L-鼠李糖、N-乙酰葡萄糖胺、D-核糖、肌醇、蔗糖、麦芽糖、丙二酸钠、乙酸钠、5-酮基葡萄糖酸钾和 3-羟基苯乙酸。由 D-山梨醇和苦杏仁苷产酸，但不能由下列物质产酸：D-葡萄糖、D-甘露醇、肌醇、L-鼠李糖、蔗糖、蜜二糖或 L-阿拉伯糖。**化学特征：**主要呼吸醌为 MK-7。细胞壁肽聚糖类型为 L-Lys←D-Asp（变异的 A4α）。主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$ 和 iso-$C_{14:0}$。极性脂类为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油和未知磷脂。★**分子特性：**16S rRNA 基因序列比对结果表明菌株 DX-1^T 与 *U. thermosphaericus* DSM 10633^T、*U. composti* DSM 17951^T、*U. thermophilus* DSM 17952^T 和 *U. terrenus* DSM 12654^T 的同源性分别为 96.9%、95.8%、95.7%和 95.3%。DNA 的 G+C 含量为 40.4 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc	gaaccgatta	aaagcttgct
61	tttatgaggt	tagcggcgga	cgggtgagta	acacgtgggc	aaccttccct	atagactggg

121	ataactcgcg	gaaacgcgtg	ctaataccgg	ataatacaat	gaagtgcctg	cttcattgtt
181	gaaagatggc	ttttgctatc	actataggat	gggcccgcgg	cgcattagct	agttggtggg
241	gtaacggcct	accaaggcga	cgatgcgtag	ccgacctgag	agggtgatcg	gccacactgg
301	gactgagaca	cggcccagac	tcctacggga	ggcagcagta	gggaatcttc	cacaatggac
361	ggaagtctga	tggagcaacg	ccgcgtgagc	gaagaaggtc	ttcggatcgt	aaagctctgt
421	tgtaagggaa	gaataagtac	agtagtaact	ggctgtacct	tgacggtacc	ttacgagaaa
481	gccacggcta	actacgtgcc	agcagccgcg	gtaatacgta	ggtggcaagc	gttgtccgga
541	attattgggc	gtaaagcgcg	cgcaggcggc	cttttaagtc	tgatgtgaaa	gcccccggct
601	taaccgggga	gggtcattgg	aaactgggag	gcttgagtgc	agaagaggaa	agtggaattc
661	caagtgtagc	ggtgaaatgc	gtagagattt	ggaggaacac	cagtggcgaa	ggcgactttc
721	tggtctgtta	ctgacgctga	ggcgcgaaag	cgtggggagc	aaacaggatt	agataccctg
781	gtagtccacg	ccgtaaacga	tgagtgctaa	gtgttagggg	gtttccgccc	cttagtgctg
841	cagctaacgc	attaagcact	ccgcctgggg	agtacggtcg	caagactgaa	actcaaagga
901	attgacgggg	gcccgcacaa	gcggtggagc	atgtggttta	attcgaagca	acgcgaagaa
961	ccttaccagg	tcttgacatc	ccgctgaccg	ccatggagac	atggccttcc	cttcggggac
1021	agcggtgaca	ggtggtgcat	ggttgtcgtc	agctcgtgtc	gtgagatgtt	gggttaagtc
1081	ccgcaacgag	cgcaaccctt	gtccttagtt	gccatcattc	agttgggcac	tctaaggaga
1141	ctgccgtaat	aaaacggagg	aaggtgggga	tgacgtcaaa	tcatcatgcc	ccttatgacc
1201	tgggctacac	acgtgctaca	atggacggta	caaacggtcg	cgaagtcgcg	agacgaagcc
1261	aatccgagaa	aaccgttctc	agttcggatt	gcaggctgca	actcgcctgc	atgaagccgg
1321	aatcgctagt	aatcgcggat	cagcatgccg	cggtgaatac	gttcccgggc	cttgtacaca
1381	ccgcccgtca	caccacgaga	gtttgtaaca	cccgaagtcg	gtgaggtaac	cttttggggc
1441	cagccgccga	aggtgggaca	gatgattggg	gtg		

734. *Ureibacillus suwonensis*（水原尿素芽胞杆菌）

【种类编号】4-66-3。*Ureibacillus suwonensis* Kim et al.，2006，sp. nov.（水原尿素芽胞杆菌）。**★模式菌株：**6T19 = DSM 16752 = KACC 11287。**★16S rRNA 基因序列号：**AY850379。**★种名释意：***suwonensis* 意为模式菌株分离自韩国水原，故其中文名称为水原尿素芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *suwonensis*，referring to Suwon Region in Korea，where the bacteria were first found）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 6T19^T 是从韩国水原的平菇棉籽堆肥中分离得到的。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，严格好氧，以周生鞭毛运动，杆状[（0.5～0.7）μm ×（1.5～2.0）μm]，单生或链状生长。芽胞椭圆形或卵圆形，次端生或端生，胞囊膨大。无明显的菌落形成，呈拖尾状生长。**★生理特性：**生长温度为 35～60℃，在含 5% NaCl 时可以生长。厌氧条件下菌株不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶、氧化酶和精氨酸双水解酶均为阳性。苯丙氨酸脱氨酶活性弱。不产吲哚和二羟基丙酮。不能还原硝酸盐。V-P 反应为阴性。利用 D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-木糖和 D-甘露醇不产酸。不能水解七叶苷、淀粉、明胶、酪蛋白和尿素。**★化学特性：**肽聚糖类型为 L-Lys←D-Asp（变异的 A4α）。主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$。主要呼吸醌为 MK-9、MK-8 和 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 41.5 mol%。16S rRNA 序列比对结果表明菌株 6T19^T 与 *U. thermosphaericus* DSM 10633^T 和 *U. terrenus* DSM 12654^T 的序列同源性分别为 96.9%和 97.5%。DNA-DNA 杂交结果表明菌株 6T19^T 与 *U.*

thermosphaericus 和 *U. terrenus* 的关联度分别为 37%和 41%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     ggctcaggac  gaacgctggc  ggcgtgccta  atacatgcaa  gtcgagcgga  ccaattagaa
61    agcttgcttt  ttaattggtt  agcggcggac  gggtgagtaa  cacgtgggta  acctgcccta
121   tagaccggga  taactcgcgg  aaacgcgtgc  taataccgga  taacacgccg  aagcgcatgc
181   ttcggggttg  aaagatggtt  ctgctatcac  tataggatgg  gcccgcggcg  cattagctag
241   ttggtggggt  aacggcctac  caaggcgacg  atgcgtagcc  gacctgagag  ggtgatcggc
301   cacactggga  ctgagacacg  gcccagactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttcca
361   caatgggcga  aagcctgatg  gagcaacgcc  gcgtgagcga  agaaggtctt  cggatcgtaa
421   agctctgttg  taagggaaga  acaagcgcag  cagtcactgg  ctgcgccctg  acggtacctt
481   actagaaagc  cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcagt  aatacgtagg  tggcaagcgt
541   tgtccggaat  tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggtct  cttaagtctg  atgtgaaagc
601   ccccggctca  accggggagg  gtcattggaa  actgggagac  ttgagtgcag  gagagggaag
661   tggaattcca  tgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatatgg  aggaacacca  gtggcgaagg
721   cggcttcctg  gcctgtaact  gacgctgagg  cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag
781   ataccctggt  agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaggt  gttagggggt  ttccgcccct
841   tagtgctgca  gctaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggtcgca  agactgaaac
901   tcaaaggaat  tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac
961   gcgaagaacc  ttaccaggtc  ttgacatccc  gctgaccgcc  atggagacat  ggccttccct
1021  tcggggacag  cggtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg
1081  gttaagtccc  gcaacgagcg  caacccttgt  ccttagttgc  catcattcag  ttgggcactc
1141  taaggagact  gccgtacaaa  tacggaggaa  ggtggggatg  acgtcaaatc  atcatgcccc
1201  ttatgacctg  ggctacacac  gtgctacaat  gggtggtaca  aagggcagcg  aacccgcgag
1261  ggggagcgaa  tcccaaaaag  ccactctcag  ttcggattgc  aggctgcaac  tcgcctgcat
1321  gaagccggaa  tcgctagtaa  tcgcggatca  gcatgccgcg  gtgaatacgt  tcccgggcct
1381  tgtacacacc  gcccgtcaca  ccacgagagt  ctgtaacacc  cgaagtcggt  gaggtaaccc
1441  tccgggagcc  agccgccgaa  ggtgggacag  atgattgggg
```

735. *Ureibacillus terrenus*（领地尿素芽胞杆菌）

【种类编号】4-66-4。*Ureibacillus terrenus* Fortina et al.，2001，sp. nov.（领地尿素芽胞杆菌）。**★模式菌株：**TH9A = CIP 107065 = DSM 12654 = LMG 19470。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ276403。**★种名释意：***terrenus* 为土地、领地之意，故其中文名称为领地尿素芽胞杆菌（L. masc. adj. *terrenus*，from earth，referring to the habitat of the organism）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 $TH9A^T$ 分离自土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，可运动，杆状［（0.5～0.7）μm ×（1～6）μm］，单生或形成链状。芽胞球形，端生或次端生，胞囊膨大。**★生理特性：**好氧。嗜热。生长温度为 42～65℃。pH 为 9.0 和 NaCl 浓度为 5%时菌株能生长。**★生化特性：**能水解七叶苷和尿素。不能利用柠檬酸盐。不产吲哚，不能还原硝酸盐，不能水解酪蛋白和明胶，V-P 反应为阴性。利用下列化合物不产酸：阿拉伯糖、核糖、木聚糖、葡萄糖、麦芽糖、甘露糖、鼠李糖、海藻糖、蔗糖。**★化学特性：**主要呼吸醌为 MK-9 和 MK-8，含少量的 MK-7。细胞壁肽聚糖类型为 L-Lys←D-Asn（变异的 A4α）。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂和未知糖脂。主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**菌株 $TH9A^T$ 和菌株 TU1A 的 DNA 的 G+C 含量

分别为 39.6 mol%和 41.5 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag  cggacctcat  aggaagcttg  ctttttatga
61    ggttagcggc  ggacgggtga  gtaacacgtg  ggtaacctgc  cctatagacc  gggataactc
121   gcggaaacgc  gtgctaatac  cggataacac  agcggagcgc  atgctccggt  gttgaaaggt
181   ggttctgcta  ccgctatagg  atgggcccgc  ggcgcattag  ctagttggtg  gggtaacggc
241   ctaccaaggc  gacgatgcgt  agccgacctg  agagggtgat  cggccacact  gggactgaga
301   cacggcccag  actcctacgg  gaggcagcag  tagggaatct  tccacaatgg  gcgaaagcct
361   gatggagcaa  cgccgcgtga  gngaagaagg  tcttcggatc  gtaaagctct  gttgtaaggg
421   aagaacaagt  gcggtagtaa  ctgaccgcac  cctgacggta  ccttacgaga  aagccacggc
481   taactacgtg  ccagcagccg  cggtaatacg  taggtggcga  gcgttgtccg  gaattattgg
541   gcgtaaagcg  cgcgcaggcg  gtctcttaag  tctgatgtga  aagcccccgg  ctcaaccggg
601   gagggtcatt  ggaaactggg  agacttgagt  gcaggagagg  gaagcggaat  tccatgtgta
661   gcggtgaaat  gcgtagagat  atggaggaac  accagtggcg  aaggcggctt  cctggcctgt
721   aactgacgct  gaagcgcgaa  agcgtgggga  ccaaacagga  ttagataccc  tggtagtcca
781   cgccgtaaac  gatgagtgct  aagtgttagg  gggcttgccc  cttagtgctg  cagctaacgc
841   attaagcact  ccgcctgggg  agtacggtcg  caagactgaa  actcaaagga  attgacgggg
901   gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa  ccttaccagg
961   tcttgacatc  ccgctgaccg  ccatggagac  atggccttcc  cttcggggac  agcggtgaca
1021  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc  ccgcaacgag
1081  cgcaaccctt  gtccttagtt  gccatcattc  agttgggcac  tctaaggaga  ctgccgtaca
1141  aatacggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc  tgggctacac
1201  acgtgctaca  atgggcggta  caaagggctg  cgaacccgcg  agggggagcg  aatcccaaaa
1261  agccgctctc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc  atgaagccgg  aatcgctagt
1321  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggc  cttgtacaca  ccgcccgtca
1381  caccacgaga  gtctgtaaca  cccgaagtcg  gtgaggtaac  ccttccggga  gccagccgcc
1441  gaaggtggga  cagatgattg  gggtgaagtc  gtaacaaggt  agccgtatc
```

736. *Ureibacillus thermophilus*（嗜热尿素芽胞杆菌）

【种类编号】4-66-5。*Ureibacillus thermophilus* Weon et al.，2007，sp. nov.（嗜热尿素芽胞杆菌）。**★模式菌株：**HC148 = DSM 17952 = KACC 11362。**★16S rRNA 基因序列号：**DQ348072。**★种名释意：***thermophilus* 中 *thermos* 为热之意，*philus* 为喜好之意，故其中文名称为嗜热尿素芽胞杆菌［Gr. adj. *thermos*，hot; N.L. adj. *philus-a-um*（rom Gr. adj. *philos-ê-on*），friend，loving；N.L. masc. adj. *thermophilus*，heat-loving］。

【种类描述】★菌株来源：菌株 HC148^{T} 从韩国利川堆肥设施的堆肥里分离出来。**★形态特征：**细胞革兰氏阴性，可运动，杆状［（0.8～1.2）μm ×（2.5～3.5）μm］。菌落圆形，浅棕色，凸起。**★生理特性：**生长温度为 30～65℃，pH 为 6～8，NaCl 浓度为 0～5%（w/v）。厌氧条件下菌株不能生长。**★生化特性：**能水解七叶苷和酪氨酸，不能水解酪蛋白、明胶、淀粉和尿素。过氧化氢酶、氧化酶和苯丙氨酸脱氨酶均为阳性。不能利用葡萄糖，不产吲哚，不能还原硝酸盐，V-P 反应为阴性。利用 D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-木糖和 D-甘露醇不产酸。**★化学特性：**肽聚糖类型为 L-Lys←D-Asp（变异的 A4α）。主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$。主要呼吸醌是 MK-8、MK-9 和 MK-7。主要极性脂为磷脂酰甘油、

二磷脂酰甘油、磷脂和未知糖脂。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 38.5 mol%。该菌与 *Ureibacillus* 菌株的 16S rRNA 序列同源性为 97.4%～98.7%，DNA-DNA 杂交结果表明该菌株与 *Ureibacillus* 菌株之间的关联度为 38%～51%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      agagtttgat  ccctgctcag  gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc
61     ggaccaatta  agaagcttgc  tttttgattg  gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg
121    gtaacctgcc  ctatagacyg  ggataactcg  cggaaacgcg  agctaatacc  ggataacaca
181    tcgaagcgca  tgcttcgatg  ttgaaagatg  gttctgctat  cactatagga  tgggcccgcg
241    gcgcattagc  tagttggtgg  ggtaacggcc  taccaaggcg  acgatgcgta  gccgacctga
301    gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt
361    agggaatctt  ccacaatggg  cgaaagcctg  atggagcaac  gccgcgtgag  cgaagaaggt
421    cttcggatcg  taaagctctg  ttgtaaggga  agaacaagcg  cagcagtaac  tggctgcgcc
481    ctgacggtac  cttactagaa  agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt
541    aggtggcaag  cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  tctcttaagt
601    ctgatgtgaa  agcccccggc  tcaaccgggg  agggtcattg  gaaactggga  gacttgagtg
661    caggagaggg  aagtggaatt  ccatgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagata  tggaggaaca
721    ccagtggcga  aggcggcttc  ctggcctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag
781    caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  ggtgttaggg
841    ggtttccacc  ccttagtgct  gcagctaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggtc
901    gcaagactga  aactcaaagg  aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt
961    aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  cccgctgacc  gctatggaga
1021   catagccttc  ccttcgggga  cagcggtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt
1081   cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgtccttagt  tgccatcatt
1141   cagttgggca  ctctaaggag  actgccgtac  aaatacggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa
1201   atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac  aatgggcggt  acaaagggct
1261   gcgaacccgc  gagggggagc  gaatcccaaa  aagccgctct  cagttcggat  tgcaggctgc
1321   aactcgcctg  catgaagccg  gaatcgctag  taatcgcaga  tcagcatgct  gcggtgaata
1381   cgttcccggg  ccttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agtctgtaac  acccgaagtc
1441   ggtgaggtaa  ccctccggga  gccagccgcc  gaaggtggga  cagatgattg  gggtgaagtc
1501   gtaacaagg
```

737. *Ureibacillus thermosphaericus*（热球状尿素芽胞杆菌）

【种类编号】4-66-6。*Ureibacillus thermosphaericus*（Andersson et al.，1996）Fortina et al.，2001，comb. nov.（热球状尿素芽胞杆菌）= *Bacillus thermosphaericus* Andersson et al.，1996。**★模式菌株：**P-11 = CIP 104857 = DSM 10633 = HAMBI 1900 = LMG 17959。**★16S rRNA 基因序列号：**AB101594。**★种名释意：***thermosphaericus* 中 *thermos* 为热之意，*sphaericus* 为球形之意，故其中文名称为热球状尿素芽胞杆菌（Gr. adj. *thermos*，heat；L. adj. *sphaericus*，spherical；N.L. n. *thermosphaericus*，the hot sphere）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DSM 10633^T 是从市政垃圾填埋场和空气中分离出来的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，可运动，杆状［（0.5～0.7）μm ×（1～6）μm］，单生或形成链状。芽胞球形，端生或次端生，胞囊膨大。菌落圆形，边缘整齐，透明。**★生理特性：**好氧。嗜热。生长温度为 37～60℃，最适为 50～60℃。在含 5% NaCl 和 pH

9.0 时可以生长。厌氧条件下菌株不能生长。**★生化特性：**能水解七叶苷和尿素。不能利用柠檬酸盐。不产吲哚，不能还原硝酸盐，不能水解酪蛋白和明胶，V-P 反应为阴性。利用下列化合物不产酸：阿拉伯糖、核糖、木聚糖、葡萄糖、麦芽糖、甘露糖、鼠李糖、海藻糖、蔗糖。**★化学特性：**主要呼吸醌是 MK-7，主要脂肪酸是 iso-$C_{16:0}$。细胞壁肽聚糖类型为 L-Lys←D-Asn（变异的 A4α）。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、磷脂和未知糖脂。**★分子特性：**模式菌株和菌株 TH29A 的 DNA 的 G+C 含量分别为 35.7 mol%和 39.2 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tagagtttga  tcatggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61    cgaaccaatt  gaaagcctag  ctttcatgag  gttagcggcg  gacgggtgag  taacacgtgg
121   gtaacctgcc  ctatagactg  ggataactcg  cggaaacgcg  tgctaatacc  ggataacaca
181   tcaaagtgca  tgctttgatg  ttgaaagatg  gttctgctat  cactatagga  tgggcccgcg
241   gcgcattagc  ttgttggtgg  ggtaacggcc  taccaaggcg  acgatgcgta  gccgacctga
301   gagggtgatc  ggccacactg  ggactgagac  acggcccaga  ctcctacggg  aggcagcagt
361   agggaatctt  ccacaatggg  cgaaagcctg  atggagcaac  gccgcgtgag  cgaagaaggt
421   cttcggatcg  taaagctctg  ttgtaaggga  agaacaagtg  cagtagtaac  tggctgcacc
481   ttgacggtac  cttactagaa  agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt
541   aggtggcaag  cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  tctcttaagt
601   ctgatgtgaa  agcccccggc  ttaaccgggg  agggtcattg  gaaactggga  gacttgagtg
661   caggagaggg  aagcggaatt  ccatgtgtag  cggtgaaatg  cgtagagata  tggaggaaca
721   ccagtggcga  aggcggcttc  ctggcctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag
781   caaacaggat  tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttaggg
841   ggtttccacc  ccttagtgct  gcagctaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggtc
901   gcaagactga  aactcaaagg  aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt
961   aattcgaagc  aacgcgaaga  accttaccag  gtcttgacat  cccgctgacc  gctatggaga
1021  catagccttc  ccttcgggga  cagcggtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt
1081  cgtgagatgt  tgggttaagt  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgtccttagt  tgccatcatt
1141  cagttgggca  ctctaaggag  actgccgtac  aaatacggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa
1201  atcatcatgc  cccttatgac  ctgggctaca  cacgtgctac  aatggacggt  acaaacggtc
1261  gcgaagtcgc  gagacggagc  caatccgaaa  aaaccgttct  cagttcggat  tgcaggctgc
1321  aactcgcctg  catgaagccg  gaatcgctag  taatcgcgga  tcagcatgcc  gcggtgaata
1381  cgttcccggg  ccttgtacac  accgcccgtc  acaccacgag  agtctgtaac  acccgaagtc
1441  ggtgaggtaa  ccctttcggg  agccagccgc  cgaaggtggg  acagatgatt  ggggtgaagt
1501  cgtaacaagg  tagccgtatc  ggaaggtgcg  gctggatcac
```

六十七、绿芽胞杆菌属（*Viridibacillus*）

【属特征描述】细胞革兰氏阳性，形成芽胞，可运动，杆状。芽胞圆形，端生，胞囊膨大或略膨大。在低于 10℃和含 2% NaCl 时能生长，但含 7% NaCl（w/w）时不能生长。在 R2A 平板上 25℃培养 24 h 和 48 h 时分别开始形成芽胞和释放芽胞。该属所有种类均能产生绿色色素。主要呼吸醌为 MK-8（69%～81%），中等含量的为 MK-7（19%～30.5%）。主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（40%～60%）、anteiso-$C_{15:0}$（10%～25%）、iso-$C_{17:1\omega10c}$（5%～8%）

和 iso-$C_{17:1}$ I/anteiso-$C_{17:1}$ B。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油和磷脂酰乙醇胺，中等含量的为一种未知的氨基磷脂，少量的为 2 种未知磷脂（PL1 和 PL2）和三种未知极性脂。细胞壁肽聚糖为 A4α 型，含 L-Lys–D-Glu 或 L-Lys–D-Asp。DNA 的 G+C 含量为 35 mol%～40.4 mol%。模式种为 *Viridibacillus arvi*。**★属名释意：***Viridibacillus* 中 *viridi* 为绿色之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为绿芽胞杆菌属（Vi.ri.di.ba.cil'lus. L. adj. *viridis*，green；L. masc. n. *bacillus*，rod：N.L. masc. n. *Viridibacillus*，the green bacillus/rod）。

738. *Viridibacillus arenosi*（沙地绿芽胞杆菌）

【种类编号】4-67-1。*Viridibacillus arenosi*（Heyrman et al.，2005）Albert et al.，2007，comb. nov.（沙地绿芽胞杆菌）= *Bacillus arenosi* Heyrman et al.，2005，sp. nov.。**★模式菌株：**DSM 16319 = LMG 22166。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ627212。**★种名释意：***arenosi* 为沙地之意，故其中文名称为沙地绿芽胞杆菌（L. gen. n. *arenosi*，of a sandy place）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 LMG 22166^T 从荷兰农业科研领域 Drentse A 土壤中分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏染色可变，严格好氧，直或稍弯杆状［（0.8～1.0）μm ×（3.0～8.0）μm］，圆端，单生或成对生长。在添加有 $MnSO_4$ 的 NA 培养基上 30℃生长 10 d，缓慢形成芽胞；在 1/2 BFA 培养基上 30℃培养 3 d 会形成大量芽胞。芽胞椭圆形，端生，胞囊略膨大。在 NA 培养基 30℃培养 24 h 的菌落直径为 1～2 mm，浅黄色，半透明，微凸，边缘不规则，表面光滑。不能水解酪蛋白，但在酪蛋白琼脂上培养的菌落产生可扩散的浅桃红色的色素。**★生理特性：**菌株在 20℃和 30℃能生长，在 45℃时不能生长。菌株在 pH 为 9 和 7 时生长较快，在 pH 为 5 时不能生长。菌株在 5% NaCl 时能生长，在 7% NaCl 时不能生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。不能水解酪蛋白和淀粉。API 20E 试验结果表明，明胶水解能力弱，能还原硝酸盐，但下列反应均为阴性：产 H_2S 和吲哚、柠檬酸盐利用、ONPG 水解、V-P 反应、精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶、鸟氨酸脱羧酶和脲酶。API 50CHB 结果表明，利用任何碳水化合物都不能产酸。Biotype 100 kit 结果表明，该系统的所有物质可以作为唯一的碳源。**★化学特性：**该细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（约 46%）。下列脂肪酸含量至少为 5%：iso-$C_{14:0}$、anteiso- $C_{15:0}$、iso-$C_{16:0}$ 和 $C_{16:1\omega11c}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35 mol%。16S rRNA 序列比对结果表明菌株 LMG 22166^T 与 *Bacillus neidei*、*Bacillus pycnus* 和 *Kurthia sibirica* 模式菌株的同源性分别为 97.0%、96.7%和 96.7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gaatgatgaa  gaagcttgct
61    tcttctgatt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctaccta  gtagattggg
121   ataactccgg  gaaaccgggg  ctaataccga  ataatccatt  ttgtcacatg  gcaaaatgct
181   gaaaggcggt  ttcggctgtc  actactagat  gggcccgcgg  tgcattagct  agttggtggg
241   gtaacggcct  accaaggcaa  cgatgcatag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacattgg
301   gactgagaca  cggcccaaac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cacaatggac
361   gaaagtctga  tggagcaacg  ccgcgtgagt  gatgaaggtt  ttcggatcgt  aaaactctgt
421   tgtaagggaa  gaacaagtac  gttagtaact  gaacgtacct  tgacggtacc  ttattagaaa
481   gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  ggtggcaagc  gttgtccgga
541   tttattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggtggt  tttcttaagt  ctgatgtgaa  agcccacggc
601   tcaaccgtgg  agggtcattg  gaaactggga  gacttgagtg  cagaagagga  aagtggaatt
```

```
661   ccaagtgtag  cggtgaaatg  cgtagagatt  tggaggaaca  ccagtggcga  aggcgacttt
721   ctggtctgta  actgacactg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat  tagataccct
781   ggtagtccac  gccgtaaacg  atgagtgcta  agtgttaggg  ggtttccgcc  ccttagtgct
841   gcagctaacg  cattaagcac  tccgcctggg  gagtacggcc  gcaaggttga  aactcaaagg
901   aattgacggg  ggcccgcaca  agcggtggag  catgtggttt  aattcgaagc  aacgcgaaga
961   accttaccag  gtcttgacat  cccaatgacc  gctctagaga  tagagttttc  ccttcgggga
1021  cattggtgac  aggtggtgca  tggttgtcgt  cagctcgtgt  cgtgagatgt  tgggttaagt
1081  cccgcaacga  gcgcaaccct  tgatcttagt  tgccatcatt  tagttgggca  ctctaaggtg
1141  actgccggtg  acaaaccgga  ggaaggtggg  gatgacgtca  aatcatcatg  ccccttatga
1201  cctgggctac  acacgtgcta  caatggacga  tacaaagagt  cgctaactcg  cgagggtatg
1261  ctaatctcat  aaaatcgttc  tcagttcgga  ttgtaggctg  caactcgcct  acatgaagcc
1321  ggaatcgcta  gtaatcgtgg  atcagcatgc  cacggtgaat  acgttcccgg  gccttgtaca
1381  caccgcccgt  cacaccacga  gagtttgtaa  cacccgaagt  cggtgaggta  acctttatgg
1441  agccagccgc  cgaaggtggg  atagatgatt  ggggtgaagt  cgtaacaagg  tagccgtatc
1501  ggaagg
```

739. *Viridibacillus arvi*（田地绿芽胞杆菌）

【种类编号】4-67-2。*Viridibacillus arvi*（Heyrman et al.，2005）Albert et al.，2007，comb. nov.（田地绿芽胞杆菌）= *Bacillus arvi* Heyrman et al.，2005，sp. nov.。**★模式菌株：**DSM 16317 = LMG 22165。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ627211。**★种名释意：***arvi* 为田地之意，故其中文名称为田地绿芽胞杆菌（L. gen. n. *arvi*，of a field）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DSM 16317^T（LMG 22165^T）分离自荷兰农业科研领域 Drentse A 土壤中，菌株 433-D9、121-X1 和 433-E17 分离自美国威斯康星州富含有机质的土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性或革兰氏可变，直杆状［（0.8～1.0）μm×（3.0～8.0）μm］，圆末端，单生和成对生长。在 PCA 培养基上 25℃生长 48 h 的菌落有光泽，不透明，不规则，扁平。在 PCA 平板上 25℃生长 48～72 h，菌株 433-D9、121-X1 和 433-E17 能产生绿色色素，但模式菌株不产色素。在 NA 培养基上 30℃生长 24 h 的菌落奶油状，浅黄色，不透明，微凸起，边缘不规则，菌落表面有颗粒状物和贝壳样纹饰，直径为 1～3 mm。**★生理特性：**厌氧生长弱。生长温度为 5～40℃。菌株在 20℃和 30℃能生长，但在 45℃时不能生长。在 pH 9 和 pH 7 时可生长，但在 pH 5 时不能生长。菌株能耐受 5%（w/v）的 NaCl，但不能耐受 7%的 NaCl。**★生化特性：**能水解明胶，但不能水解淀粉。过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。不能由下列物质产酸：D-葡萄糖、D-甘露醇、D-木糖、D-乳糖、甘油、蔗糖、D-核糖、D-甘露糖、D-半乳糖、L-阿拉伯糖或 D-纤维二糖，可由果糖产酸。API 20E 结果表明，ONPG 反应为弱阳性，脲酶为阳性，精氨酸双水解酶、赖氨酸脱羧酶和鸟氨酸脱羧酶为阴性。不能利用柠檬酸，不产 H_2S 和吲哚。V-P 反应为阴性，硝酸盐不能还原为亚硝酸盐。API 50CHB 结果表明，不能水解七叶苷，利用 D-果糖产酸不产气，利用 N-乙酰葡萄糖胺产酸活性弱，利用其他底物不产酸。API Biotype 100 kit 结果表明，不能利用任何底物作为唯一碳源。**★化学特性：**细胞壁肽聚糖为 L-Lys–D-Asp 型。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$（23%），其他脂肪酸含量低于 5%，如 iso-$C_{14:0}$、anteiso-$C_{15:0}$、$C_{16:1\omega7c}$ alcohol、iso-$C_{16:0}$、$C_{16:1\omega11c}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35.0

mol%。16S rRNA 序列比对结果表明菌株 LMG 22165T 与 *Bacillus neidei*、*Bacillus pycnus* 和 *Kurthia sibirica* 模式菌株的同源性分别为 97.1%、96.7%及 96.7%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gaatgatgaa  gaagcttgct
61     tcttctgatt  tagcggcgga  cgggtgagta  acacgtgggc  aacctaccta  gtagattggg
121    ataactccgg  gaaaccgggg  ctaataccga  ataatccatt  ttgtcacatg  gcaaaatgct
181    gaaaggcggt  ttcggctgtc  actactagat  gggcccgcgg  tgcattagct  agttggtggg
241    gtaatggcct  accaaggcaa  cgatgcatag  ccgacctgag  agggtgatcg  gccacattgg
301    gactgagaca  cggcccaaac  tcctacggga  ggcagcagta  gggaatcttc  cacaatggac
361    gaaagtctga  tggagcaacg  ccgcgtgagt  gatgaaggtt  ttcggatcgt  aaaactctgt
421    tgtaagggaa  gaacaagtac  gttagtaact  gaacgtacct  tgacggtacc  ttattagaaa
481    gccacggcta  actacgtgcc  agcagccgcg  gtaatacgta  ggtggcaagc  gttgtccgga
541    tttattgggc  gtaaagcgcg  cgcaggtggt  ttcttaagtc  tgatgtgaaa  gcccacggct
601    caaccgtgga  gggtcattgg  aaactgggag  acttgagtgc  agaagaggaa  agtggaattc
661    caagtgtagc  ggtgaaatgc  gtagagattt  ggaggaacac  cagtggcgaa  ggcgactttc
721    tggtctgtaa  ctgacactga  ggcgcgaaag  cgtggggagc  aaacaggatt  agataccctg
781    gtagtccacg  ccgtaaacga  tgagtgctaa  gtgttagggg  gtttccgccc  cttagtgctg
841    cagctaacgc  attaagcact  ccgcctgggg  agtacggccg  caaggttgaa  actcaaagga
901    attgacgggg  gcccgcacaa  gcggtggagc  atgtggttta  attcgaagca  acgcgaagaa
961    ccttaccagg  tcttgacatc  ccaatgaccg  ctctagagat  agagttttcc  cttcggggac
1021   attggtgaca  ggtggtgcat  ggttgtcgtc  agctcgtgtc  gtgagatgtt  gggttaagtc
1081   ccgcaacgag  cgcaaccctt  gatcttagtt  gccatcattt  agttgggcac  tctaaggtga
1141   ctgccggtga  caaaccggag  gaaggtgggg  atgacgtcaa  atcatcatgc  cccttatgac
1201   ctgggctaca  cacgtgctac  aatggacgat  acaaagagtc  gctaactcgc  gagggtatgc
1261   taatctcata  aaatcgttct  cagttcggat  tgtaggctgc  aactcgccta  catgaagccg
1321   gaatcgctag  taatcgtgga  tcagcatgcc  acggtgaata  cgttcccggg  ccttgtacac
1381   accgcccgtc  acaccacgag  agtttgtaac  acccgaagtc  ggtgaggtaa  cctttatggg
1441   gccagccgcc  gaaggtggga  tagatgattg  gggtgaagtc  gtaacaaggt  agccgtatcg
1501   gaagg
```

740. *Viridibacillus neidei*（奈台氏绿芽胞杆菌）

【种类编号】4-67-3。*Viridibacillus neidei*（Nakamura et al.，2002）Albert et al.，2007，comb. nov.（奈台氏绿芽胞杆菌）= *Bacillus neidei* Nakamura et al.，2002，sp. nov.。**★模式菌株：**DSM 15031 = NRRL BD-87 = JCM 11077。**★16S rRNA 基因序列号：**AF169520。**★种名释意：***neidei* 意为 Neide，旨在纪念早期的微生物学家 Neide，故其中文名称为奈台氏绿芽胞杆菌（N.L. gen. n. *neidei*，of Neide，of the early microbiologist Neide）。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株来源不详。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，可运动，严格好氧，杆状［1.0 μm ×（3.0～5.0）μm］。芽胞圆形，胞囊膨大。在 TGY 培养基上 28℃生长 24 h 的菌落平均直径约 1 mm，无色素，半透明，薄，光滑，圆形，边缘整齐。**★生理特性：**最适生长温度为 28～30℃，最低生长温度为 5～10℃，最高生长温度为 40～45℃。在 pH 5.7 和 5% NaCl 时可生长，但在含 0.001%溶菌酶时不能生长。对氯霉素、

妥布霉素、链霉素、红霉素和四环素敏感。生物素、硫胺素和半胱氨酸是生长所必需的。**★生化特性：**不产 3-羟基丁酮、二羟基丙酮、吲哚和 H_2S。V-P 反应的培养液 pH 为 7.2～7.6。不能水解淀粉、酪蛋白、酪氨酸、尿素、吐温 40、吐温 80 和卵黄卵磷脂。不能发酵普通己糖、戊糖、己醇、二糖和三糖。Biolog GP 结果表明，可利用丙酮酸和 β-羟基丁酸盐，不能利用柠檬酸盐、丙酸盐、L-丙氨酸、甘氨酰-L-谷氨酸、2′-脱氧腺苷、肌苷、AMP 和 UMP。**★化学特性：**主要脂肪酸为 iso-$C_{14:0}$（5.0%）、$C_{15:0}$（1.7%）、iso-$C_{15:0}$（23.6%）、anteiso-$C_{15:0}$（17.8%）、$C_{16:0}$（5.4%）、$C_{16:1\omega7cis}$ alcohol（4.7%）、iso-$C_{16:0}$（8.1%）和 $C_{16:1\ \omega11cis}$（14.5%）。细胞壁肽聚糖的类型是 L-Lys—D-Asp。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 35 mol%。广义的球形芽胞杆菌（*Bacillus sphaericus sensu lato*）可以分为多个类群，其中 Groups 6 和 Groups 7 可以根据低的 DNA-DNA 杂交关联度和全细胞脂肪酸组成差异与其他类群区分开，因此分别命名为 *Bacillus pycnus* sp. nov.和 *Bacillus neidei* sp. nov.，现在分别为 *Rummeliibacillus pycnus* comb. nov.和 *Viridibacillus neidei* comb. nov.。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     cgaacgctgg  cggcgtgcct  aatacatgca  agtcgagcga  actgatgagg  agcttgcttc
61    ttctgattta  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  cctacctaat  aaattgggat
121   aactccggga  aaccggggct  aataccgaat  aatccatttt  gtcacatggc  aaaatgctga
181   aaggcggttt  cggctgtcac  tactaaatgg  gcccgcggtg  cattagctag  ttggtggggt
241   aatggcctac  caaggcaacg  atgcatagcc  cacctgagag  ggtgatcggc  cacattggga
301   ctgagacacg  gcccaaactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttcca  caatggacga
361   aagtctgatg  gaacaacacc  ccgtgagtta  tgaaggtttt  cggatcgtaa  aactctgttt
421   taagggaaga  acaagtacgt  tagtaactga  acgtaccttg  acggtacctt  attaaaaagc
481   cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aataattagg  tggcaagcgt  tgtccggatt
541   tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggtggttt  cttaagtctg  atgtgaaagc  ccacggctca
601   accgtggagg  gtcattggaa  actgggaaac  ttgagtgcag  aagaggaaag  tggaattcca
661   agtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatttgg  aggaacacca  gtggcgaagg  cgactttctg
721   gtccgtaact  gacactgaag  cgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag  ataccctggt
781   agtccacgcc  gtaaacgatg  agtgctaagt  gttagggggt  ttccgcccct  tagtgctgca
841   gctaacgcat  taagcactcc  gcctggggag  tacggccgca  agactgaaac  tcaaaggaat
901   tgacgggggc  ccgcacaagc  ggtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaaaaacc
961   ttaccaggtc  ttgacatccc  ggtgaccact  gtagagatat  agttttcccc  ttcggggaca
1021  ttggtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg  ggttaagtcc
1081  cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccatcattta  attgggcact  ctaaggtgac
1141  tgccggtgac  aaaccggaag  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc  ccttatgacc
1201  tgggctacac  acgttctaca  atggacgata  caaacggttg  ccaactcgcg  agagcacgct
1261  aatctcataa  aatcgttctc  agttcggatt  gtaggctgca  actcccctac  atgaagccgg
1321  aatccctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatac  gttcccgggc  cttgtacaca
1381  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgtaaca  ccc
```

第五节　芽胞乳杆菌科（Sporolactobacillaceae）

分类地位：厚壁菌门（Phylum XIII. Firmicutes），芽胞杆菌纲（Class I. Bacilli），芽胞杆菌目（Order I. Bacillales），芽胞乳杆菌科（Sporolactobacillaceae）。

六十八、芽胞乳杆菌属（*Sporolactobacillus*）

【属特征描述】细胞革兰氏阳性，兼性厌氧或微好氧，形成芽胞（可耐 80℃高温 10 min），大多数以周生鞭毛运动，直杆状［（0.4～1.0）μm ×（2.0～4.0）μm］，单生、成对、极少数形成链状。过氧化氢酶为阴性。不含细胞色素。在含葡萄糖的培养基中生长良好，但在 NB 培养液中生长较差或不能生长。可单一发酵产 D-乳酸或 L-乳酸。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。不产吲哚。由下列物质产乳酸活性强但不产气：葡萄糖、果糖、半乳糖、甘露糖、蔗糖、麦芽糖、海藻糖、棉籽糖、菊糖、甘露醇、山梨醇和甲基-α-葡萄糖苷。嗜中温。生长温度为 25～40℃，最适为 35℃。细胞壁含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$，含量少的脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。DNA 的 G+C 含量为 43 mol%～50 mol%（T_m）。模式种为 *Sporolactobacillus inulinus*。**★属名释意：***Sporolactobacillus* 中 *spora* 为芽胞之意，*lac* 为牛奶之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为芽胞乳杆菌属（Spo.ro.lac.to.ba.cil′lus. Gr. n. *spora*，seed；L. n. *lac*，lactis milk；L. dim. n. *bacillus*，a small rod；N.L. masc. n. *Sporolactobacillus*，sporing milk rodlet）。

741. *Sporolactobacillus inulinus*（菊糖芽胞乳杆菌）

【种类编号】5-68-1。*Sporolactobacillus inulinus*（Kitahara and Suzuki，1963）Kitahara and Lai，1967（Approved Lists 1980），species.（菊糖芽胞乳杆菌）= *Sporolactobacillus*（subgen. *Lactobacillus*）*inulinus* Kitahara and Suzuki，1963。**★模式菌株：**ATCC 15538 = CIP 103254 = CIP 103279 = DSM 20348 = HAMBI 2162 = IFO（now NBRC）13595 = JCM 6014 = LMG 11481 = NRRL B-14021 = VKM B-1597。**★16S rRNA 基因序列号：**AB101595。**★种名释意：***inulinus* 为菊糖之意，故其中文名称为菊糖芽胞乳杆菌（N.L. n. *inulum*，inulin；N.L. masc. adj. *inulinus*，pertaining to inulin）。

【种类描述】★菌株来源：菌株分离自家禽饲料和土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧或微好氧，形成芽胞（可耐 80℃高温 10 min），大多数以周生鞭毛运动，直杆状［（0.4～1.0）μm ×（2.0～4.0）μm］，单生、成对、极少数形成链状。**★生理特性：**嗜中温。生长温度为 25～40℃，最适为 35℃。**★生化特性：**过氧化氢酶为阴性。不含细胞色素。在含葡萄糖的培养基中生长良好，但在 NB 培养液中生长较差或不能生长。可单一发酵产 L-乳酸。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。不产吲哚。由下列物质产酸：棉籽糖、甘露醇、淀粉和甲基-α-D-葡萄糖苷。不能由下列物质产酸：阿拉伯糖、核糖、木糖、半乳糖、鼠李糖、纤维二糖、乳糖、蜜二糖或水杨苷。模式菌株可由菊糖产酸。**化学特征：**细胞壁含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$，含量少的脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 47 mol%～50 mol%（T_m）。模式菌株的 G+C 含量为 47 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcacagaagg  gagcttgctc
61    cnggacgtga  gcggcggatg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  cctgcctgta  agacggggat
121   aacttcggga  aaccggagct  aataccggat  aatccctcgc  accgcatggt  gcgnggttga
```

181	aagatggttt	cggccatcac	ttacagatgg	gcccgcggtg	cattagttag	ttggcggggt
241	aanggcccac	caagaccgcg	atgcatagcc	gacctgagag	ggtgatcggc	cacattggga
301	ctgagacacg	gcccaaactc	ctacgggagg	cagcagtagg	gaatcttcca	caatggacga
361	aagtctgatg	gagcaacgcc	gcgtgagcga	agaaggtttt	cggatcgtaa	agctctgttg
421	ccggagaaga	acgagtgcca	gaggaaatgc	tggtgctgtg	acggtatccg	gccagaaagc
481	cacggctaac	tacgtgccag	cagccgcggt	aatacgtagg	tggcaagcgt	tgtccggaat
541	tattgggcgt	aaagcgcgcg	caggcggctt	cttaagtctg	atgtgaaatc	ttgcggctca
601	accgcaaaag	gtcattggaa	actggggagc	ttgagtgcag	aagaggagag	tagaattcca
661	cgtgtagcgg	tgaaatgcgt	agagatgtgg	aggaatacca	gtggcgaagg	cggctctctg
721	gtctgttact	gacgctgagg	tgcgaaagca	tggggagcaa	acaggattag	ataccctggt
781	agtccatgcc	gtaaacgatg	aatgctaggt	gttagggggg	tccaacccct	tagtgctgaa
841	gttaacacat	taagcattcc	gcctggggag	tacgaccgca	aggttgaaac	tcaaaggaat
901	tgacgggggc	ccgcacaagc	agtggagcat	gtggtttaat	tcgaagcaac	gcgaagaacc
961	ttaccaggtc	ttgacatcct	ctgacaagtc	tagagatagg	ccgttcccct	tcgggggaca
1021	gagtgacagg	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt	gagatgttgg	gttaagtccc
1081	gcaacgagcg	caacccttga	tcttagttgc	cagcattaag	ttgggcactc	taaggtgact
1141	gccggtgaca	aaccggagga	aggtggggat	gacgtcaaat	catcatgccc	cttatgatct
1201	gggctacaca	cgtgctacaa	tgggcggtac	aaagggcagc	gaaaccgcaa	ggtcaagcca
1261	atcccataaa	gccgccccca	gttcggattg	caggctgcaa	ctcgcctgca	tgaagccgga
1321	attgctagta	atcgcggatc	agcatgccgc	ggtgaatccg	ttcccgggcc	ttgtacacac
1381	cgcccgtcac	accacgagag	tttgtaacac	ccgaagtcgg	tgtgggaacc	tttatggacc
1441	cagccgccga	aggtgggaca	aatgattggg	gtgaagtcgt	aacaaggtag	ccgtatcgga
1501	agg					

742. *Sporolactobacillus kofuensis*（甲府芽胞乳杆菌）

【种类编号】5-68-2。*Sporolactobacillus kofuensis* Yanagida et al.，1997，sp. nov.（甲府芽胞乳杆菌）。**★模式菌株：**M-19 = CCUG 42001 = CIP 105320 = JCM 3419 = LMG 18786 = NBRC 103090。**★16S rRNA 基因序列号：**AB371635。**★种名释意：***kofuensis* 意为模式菌株分离自日本甲府，故其中文名称为甲府芽胞乳杆菌（N.L. masc. adj. *kofuensis*，pertaining to Kofu-city，Yamanashi，Japan，the place of origin of the soil from which the organism was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 M-19^T 分离自日本甲府的土壤中。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状［（0.7～0.8）μm ×（2.0～5.0）μm］，以周生鞭毛运动。**★生理特性：**嗜中温。生长温度为 25～40℃，最适为 35℃。**★生化特性：**产 L-乳酸。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。不产吲哚。由下列化合物产酸：半乳糖、棉籽糖、甘露醇和菊糖。不能由下列化合物产酸：阿拉伯糖、核糖、木糖、鼠李糖、纤维二糖、乳糖、蜜二糖、水杨苷或山梨醇。**化学特征：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸，主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gacgaacgct	ggcggcgtgc	ctaatacatg	caagtcgagc	gcacagaggg	gagcttgctc
61	cctgaggtga	gcggcggatg	ggtgagtaac	acgtgggcaa	nctgcctgtc	agactgggat
121	aactgtggga	aaccgcagct	aataccggat	aatcctctgc	accgcatggt	ncagggttga

181	aagatggttt	cggccatcnc	tgacagatgg	gcccgcggtg	cattagttag	ttggcggggt
241	aacggcccac	caagacngcg	atgcatagcc	gacctgagag	ggtgatcggc	cacattggga
301	ctgagacacg	gcccaaactc	ctacgggagg	cagcagtagg	gaatcttcca	caatggacga
361	aagtctgatg	gagcaacgcc	gcgtgagcga	agaaggtttt	cggatcgtaa	agctctgttg
421	ctggagaaga	angagngcta	gaggaaatgc	tagtnctgtg	acggtatcca	gccagaaagc
481	cacggctaac	tacgtgccag	cagccgcggt	aatacgtagg	tggcaagcgt	tgtccggaat
541	tattgggcgt	aaagcgcgcg	caggcggctt	cttaagtctg	atgtgaaatc	ttgcggctca
601	accgcaaang	gtcattggaa	actgggaanc	ttgagtgcag	aagaggagag	tagaattcca
661	cgtgtagcgg	tgaaatgcgt	agagatgtgg	aggaatacca	gtggcgaagg	cggctctctg
721	gtctgtaact	gacgctgagg	cgcgaaagcg	tggggagcaa	acaggattag	ataccctggt
781	agtccacgcc	gtaaacgatg	aatgctaggt	gttagggggn	tccaacccnt	tagtgctgaa
841	gttaacacat	taagcattcc	gcctggggag	tacgaccgca	aggttgaaac	tcaaaggaat
901	tgacgggggc	ccgcacaagc	agtggagcat	gtggtttaat	tcgaagcaac	gcgaagaacc
961	ttaccaggtc	ttgacatcct	ctgacaagcc	tagagatagg	ccgttcccct	tcgggggaca
1021	gagtgacagg	tggtgcatgg	ttgtcgtcag	ctcgtgtcgt	gagatgttgg	gttaagtccc
1081	gcaacgagcg	caacccttga	tcttagttgc	cagcatttag	ttgggcactc	taaggngact
1141	gccggtgaca	aaccggagga	aggtggggat	gacgtcaaat	catcatgccc	cttatgatct
1201	gggctacaca	cgtgctacaa	tgggtggtac	aaagggcagc	gaaaccgcga	ggtcgagcta
1261	atcccataaa	gccacccccca	gttcggattg	caggctgcaa	ctcgcctgca	tgaagccgga
1321	attgctagta	atcgcggatc	agcatgccgc	ggtgaatccg	ttcccgggcc	ttgtacacnc
1381	cgcccgtcac	accacgagag	tttgtaacac	ccgaagtcgg	tgcgagaacc	tttatggact
1441	cagccgccga	aggtgggaca	aatgattggg	gtgaag		

743. *Sporolactobacillus lactosus*（乳糖芽胞乳杆菌）

【种类编号】5-68-3。*Sporolactobacillus lactosus* Yanagida et al.，1997，sp. nov.（乳糖芽胞乳杆菌）。**★模式菌株：**X1-1 = JCM 9690。**★16S rRNA 基因序列号：**N/A。**★种名释意：***lactosus* 为乳糖之意，故其中文名称为乳糖芽胞乳杆菌（lac.to'sus.N.L. masc. adj. *lactosus*，pertaining to lactose）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 X1-1^{T} 分离自日本甲府山梨县的土壤中，以及发酵的开胃菜。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，形成芽胞，杆状，以周生鞭毛运动。**★生理特性：**可在 45℃生长，大多数菌株在 15℃生长。**★生化特性：**产 L-乳酸。石蕊牛奶被酸化与分解。由下列化合物可产酸：半乳糖、乳糖、蜜二糖和棉籽糖。有些菌株可由下列化合物产酸：阿拉伯糖、核糖、木糖、鼠李糖、纤维二糖、水杨苷、山梨醇、淀粉、甲基-α-D-葡萄糖苷和菊糖。**化学特征：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸，主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43 mol%～46 mol%（T_m），模式菌株的 G+C 含量为 46 mol%。

744. *Sporolactobacillus laevolacticus*（乳酸芽胞乳杆菌）

【种类编号】5-68-4。*Sporolactobacillus laevolacticus*（Andersch et al.，1994）Hatayama et al.，2006，comb. nov.（乳酸芽胞乳杆菌）= *Bacillus laevolacticus*（ex Nakayama and Yanoshi，1967）Andersch et al.，1994。**★模式菌株：**M 8 = ATCC 23492 = BCRC（formerly CCRC）11598 = CCUG 33623 = CIP 104421 = DSM 442 = IAM 12321 = JCM 2513 = KCTC

3117 = LMG 6329 = LMG 16675 = NBRC 102473 = NCIMB 10269。**★16S rRNA 基因序列号**：AB362642 和 AB371636。**★种名释意**：*laevolacticus* 为乳酸之意，故其中文名称为乳酸芽胞乳杆菌（lae.vo.lac′ti.cus. N.L. adj. *laevolacticus*，referring to D-（–）-lactic acid，the only lactic acid produced by the organisms）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 M8T 分离自日本的土壤，以及发酵的开胃菜。**★形态特征**：细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，形成芽胞，以周生鞭毛运动，直杆状。**★生理特性**：生长温度为 25～40℃，在含溶菌酶或 5% NaCl 时不能生长。**★生化特性**：过氧化氢酶为阴性。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。不产吲哚。产 D-乳酸和 L-乳酸。石蕊牛奶被酸化、降解和凝结。由下列物质产酸：半乳糖、乳糖、蜜二糖、棉籽糖、甘露醇和菊糖。有些菌株可由山梨醇和淀粉产酸，但不能由下列物质产酸：阿拉伯糖、核糖、木糖、鼠李糖、纤维二糖、水杨苷或甲基-α-D-葡萄糖苷。可水解淀粉和支链淀粉，不能水解明胶、DNA、酪氨酸和酪蛋白。不能利用柠檬酸和丙酸。卵黄卵磷脂酶和苯丙氨酸脱氨酶为阴性。**化学特征**：细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸、丙氨酸、谷氨酸、半乳糖、甘露糖和鼠李糖。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 43 mol%～45 mol%，模式菌株的 G+C 含量为 45 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tagagtttga  tcatggctca  ggacgaacgc  tggcggcgtg  cctaatacat  gcaagtcgag
61    cgcatagatg  ggagcttgct  ccctgaagtg  agcggcggat  gggtgagtaa  cacgtgggta
121   acctgcctgt  cagatcggga  taactgtggg  aaaccgcagc  taataccgga  taatccttcg
181   caccgcatgg  tgcggagttg  aaagatggtt  tcggccatca  ctgacagatg  ggcccgcggt
241   gcattagtta  gttggcgggg  taacggccca  ccaagactgc  gatgcatagc  cgacctgaga
301   gggtgatcgg  ccacattggg  actgagacac  ggcccaaact  cctacgggag  gcagcagtag
361   ggaatcttcc  acaatggacg  aaagtctgat  ggagcaacgc  cgcgtgagcg  aagaaggttt
421   tcggatcgta  aagctctgtt  gctggagaag  aacgagtgcg  agaggaaatg  ctcgtactgt
481   gacggtatcc  agccagaaag  ccacggctaa  ctacgtgcca  gcagccgcgg  taatacgtag
541   gtggcaagcg  ttgtccggaa  ttattgggcg  taaagcgcgc  gcaggcggct  tcttaagtct
601   gatgtgaaat  cttgcggctc  aaccgcaaac  ggtcattgga  aactgggaag  cttgagtgca
661   gaagaggaga  gtagaattcc  acgtgtagcg  gtgaaatgcg  tagatatgtg  gaggaatacc
721   agtggcgaag  gcggctctct  ggtctgtaac  tgacgctgag  gcgcgaaagc  gtggggagca
781   aacaggatta  gataccctgg  tagtccacgc  cgtaaacgat  gaatgctagg  tgttaggggg
841   gtcccacccc  ttagtgctga  agttaacaca  ttaagcattc  cgcctgggga  gtacgaccgc
901   aaggttgaaa  ctcaaaggaa  ttgacggggg  cccgcacaag  cagtggagca  tgtggtttaa
961   ttcgaagcaa  cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  tctgacaagc  ctagagatag
1021  gccgttcccc  ttcgggggac  agagtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg
1081  tgagatgttg  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcattca
1141  gttgggcact  ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa
1201  tcatcatgcc  ccttatgatc  tgggctacac  acgtgctaca  atgggtggta  caaagggcag
1261  cgaaaccgcg  aggtcgagct  aatcccataa  agccaccccc  agttcggatt  gcaggctgca
1321  actcgcctgc  atgaagccgg  aattgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatcc
1381  gttcccgggc  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgtaaca  cccgaagtcg
1441  gtgcgagaac  ctttatggac  tcagccgccg  aaggtgggac  aaatgattgg  ggtgaagtcg
1501  taacaaggta  gccgtatcgg  aaggtgcggt  tggatcacct  cctta
```

745. *Sporolactobacillus nakayamae*（中山氏芽胞乳杆菌）

【种类编号】5-68-5。*Sporolactobacillus nakayamae* Yanagida et al.，1997，sp. nov.（中山氏芽胞乳杆菌）。**★模式菌株：**M-114 = ATCC 700379 = DSM 11696 = IAM 12388 = JCM 3514 = LMG 18787 = NBRC 101526。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ634663。**★种名释意：** *nakayamae* 意为 Nakayama，旨在纪念日本微生物学家 Ooki Nakayama，故其中文名称为中山氏芽胞乳杆菌（na.ka.ya′mae. N.L. gen. n. *nakayamae*，of Nakayama，named after Ooki Nakayama，a Japanese microbiologist who isolated a number of *Sporolactobacillus* strains）。

【种类描述】★菌株来源：模式菌株 M-114^T 分离自日本的土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，形成芽胞，以周生鞭毛运动，直杆状。**★生理特性：**大多数菌株可在 15℃生长，但不能在 45℃生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阴性。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。不产吲哚。产 D-乳酸和 L-乳酸。石蕊牛奶被酸化和降解。由下列物质产酸：葡萄糖、果糖、半乳糖、甘露糖、蔗糖、麦芽糖、海藻糖、棉籽糖、菊糖、甘露醇、山梨醇和甲基-α-葡萄糖苷。**化学特征：**细胞壁肽聚糖含有 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43 mol%～47 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     tttcctggct  caggacgaac  gctggcggcg  tgcctaatac  atgcaagtcg  agcgcattga
61    agggagcttg  ctcccggatg  tgagcggcgg  atgggtgagt  aacacgtggg  taacctgcct
121   gtcagattgg  gataactgtg  ggaaaccgca  gctaataccg  aatgatcccc  tgcaccacat
181   ggtgcagggt  tgaaagatgg  tttcggccat  cactgacaga  tgggcccgcg  gtgcattagt
241   tagttggcgg  ggtaacggcc  caccaagaca  gcgatgcata  gccgacctga  gagggtgatc
301   ggccacattg  ggactgagac  acggcccaaa  ctcctacggg  aggcagcagt  agggaatctt
361   ccacaatgga  cgaaagtctg  atggagcaac  gccgcgtgag  cgaagaaggt  tttcggatcg
421   taaagctctg  ttgccggaga  agaatgagta  tgagaggaaa  tgcttgtact  gtgacggtat
481   ccggccagaa  agccacggct  aactacgtgc  cagcagccgc  ggtaatacgt  aggtggcaag
541   cgttgtccgg  aattattggg  cgtaaagcgc  gcgcaggcgg  cttcttaagt  ctgatgtgaa
601   atcttgcggc  tcaaccgcaa  atggtcattg  gaaactggga  agcttgagtg  cagaagagga
661   gagtagaatt  ccacgtgtag  cggtgaaatg  cgtagatatg  tggaggaata  ccagtggcga
721   aggcggctct  ctggtctgta  actgacgctg  aggcgcgaaa  gcgtggggag  caaacaggat
781   tagataccct  ggtagtccac  gccgtaaacg  atgaatgcta  ggtgttaggg  ggtccaaccc
841   ttagtgctga  agttaacaca  ttaagcattc  cgcctgggga  gtacgaccgc  aaggttgaaa
901   ctcaaaggaa  ttgacggggg  cccgcacaag  cagtggagca  tgtggtttaa  ttcgaagcaa
961   cgcgaagaac  cttaccaggt  cttgacatcc  tctgacaagt  ctagagatag  gccgttcccc
1021  ttcgggggac  agagtgacag  gtggtgcatg  gttgtcgtca  gctcgtgtcg  tgagatgttg
1081  ggttaagtcc  cgcaacgagc  gcaacccttg  atcttagttg  ccagcattca  gttgggcact
1141  ctaaggtgac  tgccggtgac  aaaccggagg  aaggtgggga  tgacgtcaaa  tcatcatgcc
1201  ccttatgatc  tgggctacac  acgtgctaca  atgggtggta  caaagggcag  cgaaaccgcg
1261  aggtcaagcg  aatcccataa  agccaccccc  agttcggatt  gcaggctgca  actcgcctgc
1321  atgaagccgg  aattgctagt  aatcgcggat  cagcatgccg  cggtgaatcc  gttcccgggc
1381  cttgtacaca  ccgcccgtca  caccacgaga  gtttgtaaca  cccgaagtcg  gtgcgagaac
1441  ctttatgggc  tcagccgccg  aaggtgggac  agatgattgg  ggtgaagtcg  taacaaggta
```

1501　gccgtatcgg　aaggtgcg

746. *Sporolactobacillus putidus*（恶臭芽胞乳杆菌）

【种类编号】5-68-6。*Sporolactobacillus putidus* Fujita et al.，2010，sp. nov.（恶臭芽胞乳杆菌）。**★模式菌株：**QC81-06 = DSM 21265 = JCM 15325。**★16S rRNA 基因序列号：**AB374522。**★种名释意：***putidus* 为恶臭之意，故其中文名称为恶臭芽胞乳杆菌（pu′ti.dus. L. masc. adj. *putidus*，stinking）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 QC81-06[T] 是从变质橙汁中分离得到的。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，厌氧，能运动，直杆状［（0.5～0.8）μm ×（3.0～8.0）μm］，圆末端。芽胞卵圆形，次端生，胞囊膨大。在 NA 培养基上生长 72 h 的菌落直径为 1～2 mm，无色素，圆形。**★生理特性：**生长温度为 30～45℃，最适为 35℃。最适生长 pH 4.5～5.0，在 pH 3.0 或 6.0 时菌株不能生长。**★生化特性：**氧化酶和过氧化氢酶为阴性。能水解淀粉。不能还原硝酸盐。由下列化合物产酸：半乳糖、D-葡萄糖、D-果糖、D-甘露糖、甘露醇、N-乙酰葡萄糖胺、麦芽糖、蔗糖、海藻糖、松二糖和 D-已酮糖。产 D-乳酸。**化学特征：**主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 47.5 mol%。系统发育分析结果表明，菌株 QC81-06[T] 与 *Sporolactobacillus* 其他种类的 16S rRNA 和 *gyrB* 基因序列同源性分别为 96.0%～97.0% 和 75.1%～77.2%，因此，它是 *Sporolactobacillus* 的一个新种。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct  ggcggcgtgc  ctaatacatg  caagtcgagc  gcatggaagg  gagcttgctc
61    ccggaagtga  gcggcggatg  ggtgagtaac  acgtgggcaa  cctgcctgtc  agatcgggat
121   aactgtggga  aaccgcagct  aataccggat  aatctgctgc  accgcatggt  gcaggagtga
181   aagatggttt  cggccatcac  tgacagatgg  gcccgcggtg  cattagttag  ttggcggggt
241   aacggcccac  caagacgacg  atgcatagcc  gacctgagag  ggtgatcggc  cacattggga
301   ctgagacacg  gcccaaactc  ctacgggagg  cagcagtagg  gaatcttccg  caatggacga
361   aagtctgacg  gagcaacgcc  gcgtgagcga  agaaggtttt  cggatcgtaa  agctctgttg
421   ccggagaaga  acgagcagga  gaggaaatgc  tcctgcagtg  acggtatccg  gccagaaagc
481   cacggctaac  tacgtgccag  cagccgcggt  aatacgtagg  tggcaagcgt  tgtccggaat
541   tattgggcgt  aaagcgcgcg  caggcggctt  cttaagtctg  atgtgaaatc  ttgcggctca
601   accgcaagcg  gtcattggaa  actggggagc  ttgagtgcag  aagaggagag  tagaattcca
661   cgtgtagcgg  tgaaatgcgt  agagatgtgg  aggaataccg  gtggcgaagg  cggctctctg
721   gtctgtaact  gacgctgagg  tgcgaaagcg  tggggagcaa  acaggattag  ataccctggt
781   agtccacgcc  gtaaacgatg  aatgctaggt  gttagggggg  tccaacccct  tagtgctgaa
841   gtcaacacat  taagcattcc  gcctggggag  tacgaccgca  aggttgaaac  tcaaaggaat
901   tgacgggggc  ccgcacaagc  agtggagcat  gtggtttaat  tcgaagcaac  gcgaagaacc
961   ttaccaggtc  ttgacatcct  ccgaccgcct  gagtgatcag  gttttcccct  tcgggggacg
1021  gagtgacagg  tggtgcatgg  ttgtcgtcag  ctcgtgtcgt  gagatgttgg  gttaagtccc
1081  gcaacgagcg  caacccttga  ccttagttgc  cagcattaag  ttgggcactc  yagggtgact
1141  gccggtgaca  aaccggagga  aggtggggat  gacgtcaaat  catcatgccc  cttatgatct
1201  gggctacaca  cgtgctacaa  tgggcggtac  aaagggctgc  gagaccgcga  ggttgagcca
1261  atcccataaa  gccgccccca  gttcggattg  caggctgcaa  cccgcctgca  tgaagccgga
1321  attgctagta  atcgcggatc  agcatgccgc  ggtgaatccg  ttcccgggcc  ttgtacacac
```

1381	cgcccgtcac	accacgagag	tttgtaacac	ccgaagtcgg	tgcgagaacc	tttatggact
1441	cagccgccga	aggtgggaca	aatgattggg	gtgaagtcgt	aacaaggtag	ccgtatcgga
1501	agg					

747. *Sporolactobacillus terrae*（土地芽胞乳杆菌）

【种类编号】5-68-7。*Sporolactobacillus terrae* Yanagida et al.，1997，sp. nov.（土地芽胞乳杆菌）。**★模式菌株：**M-116 = ATCC 700380 = CIP 105317 = DSM 11697 = JCM 3516 = LMG 18887 = NBRC 101527。**★16S rRNA 基因序列号：**AJ634662。**★种名释意：***terrae* 为土地之意，故其中文名称为土地芽胞乳杆菌（L. gen. n. *terrae*，of the earth）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 M-116^T 分离自日本的土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，杆状，以周生鞭毛运动。**★生理特性：**大多数菌株在 15℃可生长。**★生化特性：**在海藻糖和菊糖中可产酸，但不能在核糖、木糖、鼠李糖、乳糖和山梨醇中产酸。大多数菌株可由半乳糖产酸，不能由阿拉伯糖、蜜二糖和淀粉产酸。**化学特征：**主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。细胞壁的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 43 mol%～46 mol%，模式菌株的 G+C 含量为 44 mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1	gctcaggacg	aacgctggcg	gcgtgcctaa	tacatgcaag	tcgagcgcac	agaagggagc
61	ttgctcctgg	acgtgagcgg	cggatgggtg	agtaacacgt	gggcaacctg	cctgtaagac
121	ggggataact	tcgggaaacc	ggagctaata	ccggataatc	cctcgcaccg	catggtgcga
181	ggttgaaaga	tggtttcggc	catcacttac	agatgggccc	gcggtgcatt	agttagttgg
241	cggggtaacg	gcccaccaag	accgcgatgc	atagccgacc	tgagagggtg	atcggccaca
301	ttgggactga	gacacggccc	aaactcctac	gggaggcagc	agtagggaat	cttccacaat
361	ggacgaaagt	ctgatggagc	aacgccgcgt	gagcgaagaa	ggttttcgga	tcgtaaagct
421	ctgttgccgg	agaagaacga	gtgccagagg	aaatgctggt	gctgtgacgg	tatccggcca
481	gaaagccacg	gctaactacg	tgccagcagc	cgcggtaata	cgtaggtggc	aagcgttgtc
541	cggaattatt	gggcgtaaag	cgcgcgcagg	cggcttctta	agtctgatgt	gaaatcttgc
601	ggctcaaccg	caaaaggtca	ttggaaactg	gggagcttga	gtgcagaaga	ggagagtaga
661	attccacgtg	tagcggtgaa	atgcgtagag	atgtggagga	ataccagtgg	cgaaggcggc
721	tctctggtct	gttactgacg	ctgaggtgcg	aaagcatggg	gagcaaacag	gattagatac
781	cctggtagtc	catgccgtaa	acgatgaatg	ctaggtgtta	ggggggtcca	accccttagt
841	gctgaagtta	acacattaag	cattccgcct	ggggagtacg	accgcaaggt	tgaaactcaa
901	aggaattgac	gggggcccgc	acaagcagtg	gagcatgtgg	tttaattcga	agcaacgcga
961	agaaccttac	caggtcttga	catcctctga	caagtctaga	gataggccgt	tccccttcgg
1021	gggacagagt	gacaggtggt	gcatggttgt	cgtcagctcg	tgtcgtgaga	tgttgggtta
1081	agtcccgcaa	cgagcgcaac	ccttgatctt	agttgccagc	attaagttgg	gcactctaag
1141	gtgactgccg	gtgacaaacc	ggaggaaggt	ggggatgacg	tcaaatcatc	atgcccctta
1201	tgatctgggc	tacacacgtg	ctacaatggg	cggtacaaag	ggcagcgaaa	ccgcaaggtc
1261	aagcgaatcc	cataaagccg	cccccagttc	ggattgcagg	ctgcaactcg	cctgcatgaa
1321	gccggaattg	ctagtaatcg	cggatcagca	tgccgcggtg	aatccgttcc	cgggccttgt
1381	acacaccgcc	cgtcacacca	cgagagtttg	taacacccga	agtcggtgtg	ggaaccttta
1441	tggacccagc	cgccgaaggt	gggacaaatg	attggggtga	agtcgtaaca	aggtagccgt

1501	atcggaaggt	gcggctggat	c

748. *Sporolactobacillus vineae*（葡萄园芽胞乳杆菌）

【种类编号】5-68-8。*Sporolactobacillus vineae* Chang et al.，2008，sp. nov.（葡萄园芽胞乳杆菌）。★**模式菌株**：SL153 = JCM 14637 = KCTC 5376。★**16S rRNA 基因序列号**：EF581819。★**种名释意**：*vineae* 为葡萄园之意，故其中文名称为葡萄园芽胞乳杆菌（vin′e.ae. L. gen. n. *vineae*，of a vineyard）。

【种类描述】★**菌株来源**：菌株 SL153^T 是从葡萄园的土壤中分离得到的。★**形态特征**：细胞革兰氏阳性，兼性厌氧，以周生鞭毛运动，微弯曲杆状［0.5 μm×（1～4）μm］，形成芽胞、椭圆形。在 GYP 培养基上形成的菌落直径为 1.5～3.0 mm，圆形，光滑，象牙白色。★**生理特性**：生长温度为 25～40℃，最适为 37℃。能在含 0～7% NaCl 中生长。最适 pH 为 6.0～7.0。★**生化特性**：产 D-乳酸。过氧化氢酶和氧化酶为阴性。不能还原硝酸盐。由下列化合物产酸：葡萄糖、果糖、甘露糖、山梨糖、甘露醇、山梨醇、甲基-α-D-葡萄糖苷、N-乙酰葡萄糖胺和松二糖。不能利用下列碳源：半乳糖、苦杏仁苷、七叶苷、水杨苷、纤维二糖、蜜二糖、菊糖、棉籽糖、淀粉、苦杏仁糖和 D-己酮糖，麦芽糖、蔗糖和海藻糖的利用能力弱。**化学特征**：细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸。细胞壁糖为葡萄糖、甘露糖和半乳糖。细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。★**分子特性**：DNA 的 G+C 含量为 50.6 mol%～51.6 mol%。系统发育分析结果显示，菌株 SL153^T 与亲缘关系最近的 *Sporolactobacillus inulinus* 和 *Sporolactobacillus terrae* 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 95.7%和 95.5%。菌株 SL153^T 与 *S. inulinus*、*S. terrae* 和 *Sporolactobacillus kofuensis* 的 DNA-DNA 杂交关联度分别为 18.5%、18.0%和 17.0%。16S rRNA 基因序列如下。

1	tcgagcgcac	agaagggagc	ttgctcccgg	aagtgagcgg	cggatgggtg	agtaacacgt
61	gggcaacctg	cctgaaagtc	ggggataact	ccgggaaacg	ggagctaata	ccggataatc
121	gcctgcaccg	catggtgcag	gtgtgaaaga	tggtttcngc	catcactttc	agatgggccc
181	gcggtgcatt	agttagttgg	cggggcaacg	gcccaccaag	accacgatgc	atagccgacc
241	tgagagggtg	atcggccaca	ttgggactga	gacacggccc	aaactcctac	gggaggcagc
301	agtagggaat	cttccacaat	ggacgaaagt	ctgatggagc	aacgccgcgt	gagcgaagaa
361	ggttttcgga	tcgtaaagct	ctgttgccgg	agaagaacgg	acgggagagg	aaatgctcct
421	gtcgtgacgg	tatccggcca	gaaagccacg	gctaactacg	tgccagcagc	cgcggtaata
481	cgtaggtggc	aagcgttgtc	cggaattatt	gggcgtaaag	cgcgcgcagg	cggtttctta
541	agtctgatgt	gaaatcttgc	ggctcaaccg	caagcggcca	ttggaaactg	ggaagcttga
601	gtacagaaga	ggagagtaga	attccacgtg	tagcggtgaa	atgcgtagag	atgtggagga
661	ataccggtgg	cgaaggcggc	tctctggtct	gttactgacg	ctgaggtgcg	aaagcgtggg
721	gagcaaacag	gattagatac	cctggtagtc	cacgctgtaa	acgatgaatg	ctaggtgtta
781	ggggggtcca	accccttagt	gctgcagtta	acacattaag	cattccgcct	gggaagtacg
841	accgcaaggt	tgaaactcaa	aggaattgac	gggggcccgc	acaagcagtg	gagcatgtgg
901	tttaattcga	agcaacgcga	agaaccttac	caggtcttga	catccttcga	ccgcctgaga
961	gatcaggctt	tccccttcgg	gggacggagt	gacaggtggt	gcatggttgt	cgtcagctcg
1021	tgtcgtgaga	tgttgggtta	agtcccgcaa	cgagcgcaac	ccttgatccc	agttgccagc

1081 attcagttgg gcactctggg gtgactgccg gtgacaaacc ggaggaaggt ggggatgacg
1141 tcaaatcatc atgcccctta tgatctgggc tacacacgtg ctacaatggg cggtacaaag
1201 ggctgcgaga ccgcgaggtc aagccaatcc cataaagccg cccccagttc ggattgcagg
1261 ctgcaacccg cctgcatgaa gccggaattg ctagtaatcg cggatcagca tgccgcggtg
1321 aatccgttcc cgggccttgt acacaccgcc cgtcacacca cgagagtcgg taacacccga
1381 agtcggtgcg ggaaccttta tggacccagc cgccgaag

六十九、解支链淀粉芽胞杆菌属（*Pullulanibacillus*）

【属特征描述】细胞革兰氏阳性，好氧，不运动，杆状［（0.5～1.0）μm×（2.1～10.0）μm］，单生或形成链状。芽胞卵圆形，胞囊膨大。嗜中温，中度嗜酸。过氧化氢酶为阳性，氧化酶为阴性。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。主要脂肪酸为 $C_{16:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$，少量脂肪酸有 iso-$C_{15:0}$、anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸、丙氨酸和谷氨酸，细胞壁糖类为半乳糖、葡萄糖和鼠李糖。主要呼吸醌为 MK-7 和 MK-5。DNA 的 G+C 含量 45.2 mol%。模式种为 *Pullulanibacillus naganoensis*。**★属名释意：** *Pullulanibacillus* 中 *pullulanum* 为支链淀粉之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为解支链淀粉芽胞杆菌。

749. *Pullulanibacillus naganoensis*（长野解支链淀粉芽胞杆菌）

【种类编号】5-69-1。*Pullulanibacillus naganoensis*（Tomimura et al.，1990）Hatayama et al.，2006，comb. nov.（长野解支链淀粉芽胞杆菌）= *Bacillus naganoensis* Tomimura et al.，1990，sp. nov.。**★模式菌株：**ATCC 53909 = DSM 10191 = LMG 12887。**★16S rRNA 基因序列号：**AB021193。**★种名释意：***naganoensis* 意为模式菌株分离自日本长野，故其中文名称为长野解支链淀粉芽胞杆菌（N.L. masc. adj. *naganoensis*，pertaining to the Japanese Prefecture Nagano.）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 ATCC 53909^T 分离自日本长野的土壤。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，好氧，不能运动，杆状［（0.5～1.0）μm×（2.1～10.0）μm］，圆末端，单生或形成链状。芽胞卵圆形，胞囊膨大，无伴胞晶体。菌落直径为 2～3 mm，不透明，圆形，光滑，有光泽，凸起，边缘整齐。**★生理特性：**中度嗜酸，生长 pH 为 4.0～6.0。生长温度为 28～33℃，在 20℃或 45℃时不能生长。能在 2% NaCl 中生长，但不能在 5% NaCl 中生长。**★生化特性：**过氧化氢酶为阳性。由下列物质产酸（诱导培养>14 d）：L-阿拉伯糖、D-木糖、D-葡萄糖、D-甘露醇和乳糖（弱）。由葡萄糖不产气。能水解淀粉，不能水解明胶和酪蛋白。下列反应为阴性：苯丙氨酸脱氨酶、卵磷脂酶、产吲哚、V-P 反应、柠檬酸利用和丙酸利用。不能降解酪氨酸和马尿酸。不能由甘油产二羟基丙酮。不能还原甲基蓝，硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐，亚硝酸盐不能被还原为 NO。**化学特征：**细胞主要脂肪酸为 iso-$C_{16:0}$（约 45 mol%）、iso-$C_{14:0}$（17 mol%）、iso-$C_{15:0}$（20 mol%）、anteiso-$C_{15:0}$（11 mol%）。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为（45±2）mol%。16S rRNA 基因序列如下。

1 tgatcctggc tcaggacgaa cgctggcggc gtgcctaata catgcaagtc gagcgcgtga

61 aacctcttga tcccttcggg gtganggagg tggatcgagc ggcggacggg tgagtaacac
121 gtgggcaacc tgcctgtaag actgggataa ccccgggaaa ccggagctaa taccagataa
181 tcancgacac cacatggtgt cgatgtaaaa gatggttctg ccatcactta cagatgggcc
241 cgcggcgcat tagctagttg gtggggtaaa ggcctaccaa ggcgacgatg cgtagccgac
301 ctgagagggt gatcggccac actgggactg agacacggcc cagactccta cgggaggcag
361 cagtagggaa tcttcggcaa tggacgaaag tctgaccgag caacgccgcg tgagcgatga
421 aggtcttcgg atcgtaaagc tctgttgtca gagaagaaca cgtgatagag gaaatgctat
481 caccttgacg gtatctgacc agaaagcccc ggctaactac gtgccagcag ccgcggtaat
541 acgtaggggg caagcgttgt ccggaattat tgggcgtaaa gcgcgcgcag gcggcttctt
601 aagtctgatg tgaaagccca cggctcaacc gtggagggtc attggaaact ggggagcttg
661 agtgcagaag aggagagtgg aattccacgt gtagcggtga aatgcgtaga gatgtggagg
721 aacaccagtg gcgaaagcgg ctctctggtc tgtaactgac gctgaggcgc gaaagcgtgg
781 ggagcaaaca ggattagata ccctggtagt ccacgccgta aacgatgagt gctaggtgtt
841 ggaggggcca cccttcagtg ctgacgttaa cacattaagc actccgcctg gggagtacgg
901 ccgcaaggct gaaactcaaa ggaattgacg ggggcccgca caagcagtgg agcatgtggt
961 ttaattcgaa gcaacgcgaa gaaccttacc aggtcttgac atcctctgan caccctagag
1021 atagggcttt ccccttcggg ggacagagtg acaggtggtg catggttgtc gtcagctcgt
1081 gtcgtgagat gttgggttaa gtcccgcaac gagcgcaacc cttgatctta gttgccagca
1141 ttcagttggg cactctaagg tgactgccgg tgacaaaccg gaggaaggtg gggatgacgt
1201 caaatcatca tgccccttat gacctgggct acacacgtgc tacaatgggt ggtacaaagg
1261 gcagcgaaac cgcgaggtcg agcgaatccc ataaagccac tctcagttcg gattgcaggc
1321 tgcaactcgc ctgcatgaag ccggaattgc tagtaatcgc ggatcagcat gccgcggtga
1381 atacgttccc gggccttgta cacaccgccc gtcacaccac gagagtttgt aacacccgaa
1441 gtcggtgagg taaccttttg gaaccagccg ccgaaggtgg gacaaatgat tggggtgaag
1501 tcgtaacaag gtagccgtat cggaaggtgc ggctggatca

750. *Pullulanibacillus uraniitolerans*（耐铀解支链淀粉芽胞杆菌）

【种类编号】5-69-2。*Pullulanibacillus uraniitolerans* Pereira et al.，2013，sp. nov. （耐铀解支链淀粉芽胞杆菌）。**★模式菌株：**UG-2 = DSM 19429 = LMG 24205。**★16S rRNA 基因序列号：**AM931441。**★种名释意：***uraniitolerans* 中 *uranium* 为铀之意，*tolerans* 为耐受之意，故其中文名称为耐铀解支链淀粉芽胞杆菌（N.L. n. *uranium*，uranium；L. part. adj. *tolerans*，tolerating；N.L. part. adj. *uraniitolerans*，uranium tolerating）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 UG-2^{T} 分离自葡萄牙铀矿矿尾的酸性污水。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，不运动，杆状［1 μm ×（4～60）μm］。在 *Alicyclobacillus* 平板上 pH 4.0 和 37℃生长的菌落为圆形，波浪形边缘，微凸起。不透明，无色素。**★生理特性：**最适生长温度为 37℃，在 10℃或 50℃时不能生长。最适 pH 4，在 pH 2.5 或 7.0 时不能生长。NaCl 浓度为 0～6%。在 *Alicyclobacillus* 培养基上可耐受 5000 ppm 铀（VI）。**★生化特性：**可形成聚 β-羟基丁酸颗粒。过氧化氢酶为阳性，细胞色素氧化酶为阴性。硝酸盐不能被还原为亚硝酸盐。API ZYM 结果表明，下列酶活性为阳性：酯酶（C4）、酯酶（C8）、亮氨酸芳基酰胺酶、缬氨酸芳基酰胺酶、半胱氨酸芳基酰胺酶、胰蛋白酶、α-胰凝乳蛋白酶、酸性磷酸酶、萘酚-AS-BI-磷酸水解酶、α-葡萄糖苷酶、β-葡萄糖苷酶、N-乙酰-β-

氨基葡萄糖苷酶。下列酶活性为阴性：碱性磷酸酶、酯酶（C14）、α-半乳糖苷酶、β-半乳糖苷酶、β-葡萄糖醛酸酶、α-甘露糖苷酶和α-岩藻糖苷酶，DNA 酶为阴性。能水解马尿酸、熊果苷、七叶苷和明胶，不能水解淀粉、水杨苷、酪蛋白、木聚糖、支链淀粉、吐温 20、吐温 40、吐温 60、吐温 80 和三丁酸甘油酯。能利用下列碳源：D-葡萄糖、D-果糖、D-半乳糖、蔗糖、乳糖、麦芽糖、D-木糖、D-核糖、纤维二糖、L-阿拉伯糖、D-甘露糖、海藻糖、甘油、L-谷氨酸、D-葡萄糖酸、柠檬酸、脯氨酸、D-天冬酰胺和 L-鸟氨酸，不能利用 L-山梨糖、L-鼠李糖、D-阿拉伯糖、D-山梨醇、肌醇、木糖醇、DL-阿糖醇、赤藓糖醇、乙酸、DL-乳酸、甲酸、琥珀酸、α-酮戊二酸、延胡索酸、天冬氨酸、甲醇、乙醇、缬氨酸、甘氨酸、L-谷氨酸、L-苯丙氨酸、L-丙氨酸、L-丝氨酸、L-亮氨酸、L-组氨酸和甲硫氨酸。不能由 API 50CH 系统中任何底物产酸。**★化学特征：**细胞壁肽聚糖的特征氨基酸为 *meso*-二氨基庚二酸，为 A1γ 型。细胞壁糖为葡萄糖、甘露糖和半乳糖。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。主要极性脂为磷脂酰甘油、二磷脂酰甘油、一种未知磷脂、三种糖脂和一种氨脂。主要呼吸醌为 MK-7。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 39.5 mol%。16S rRNA 基因序列同源性分析结果表明，菌株 UG-2^T 和 UG-3 属于 Sporolactobacillaceae，与 *Pullulanibacillus naganoensis* ATCC 53909^T 亲缘关系最近（97.9%）。但与 *P. naganoensis* 不同，菌株 UG-2^T 和 UG-3 能在含 5000 ppm 的铀（VI）培养基上生长，而且不能水解支链淀粉。16S rRNA 基因序列如下。

```
1      gctcaggacg  aacgctggcg  gcgtgcctaa  tacatgcaag  tcgagcgcgt  gaaactaatg
61     gatcccttcg  gggctatatt  agtggatcga  gcggcggacg  ggtgagtaac  acgtgggcaa
121    cctgcctgta  agcctgggat  aacttcggga  aaccggagct  aataccggat  aatcatggac
181    accacatggt  gtctttgtga  aagatggttc  tgccatcact  tacagatggg  cccgcggcgc
241    attagctagt  tggtagggta  atggcctacc  aaggcgacga  tgcgtagccg  acctgagagg
301    gtgatcggcc  acactgggac  tgagacacgg  cccagactcc  tacgggaggc  agcagtaggg
361    aatcttcggc  aatggacgaa  agtctgaccg  agcaacgccg  cgtgagcgat  gaaggtcttc
421    ggatcgtaaa  gctctgttgt  cagagaagaa  caagtggtag  aggaaatgct  atcaccttga
481    cggtatctga  ccagaaagcc  ccggctaact  acgtgccagc  agccgcggta  atacgtaggg
541    ggcaagcgtt  gtccggaatt  attgggcgta  aagcgcgcgc  aggcggttcc  ttaagtctga
601    tgtgaaagcc  cacggctcaa  ccgtggaggg  tcattggaaa  ctggggaact  tgagtgcaga
661    agaggagagt  ggaattccac  gtgtagcggt  gaaatgcgta  gatatgtgga  ggaacaccag
721    tggcgaaagc  ggctctctgg  tctgtaactg  acgctgaggc  gcgaaagcgt  ggggagcaaa
781    caggattaga  taccctggta  gtccacgccg  taaacgatga  gtgctaggtg  ttggaggggc
841    cacccttcag  tgctgacgtt  aacacattaa  gcactccgcc  tggggagtac  ggccgcaagg
901    ctgaaactca  aaggaattga  cgggggcccg  cacaagcagt  ggagcatgtg  gtttaattcg
961    aagcaacgcg  aagaacctta  ccaggtcttg  acatcctctg  accaccctag  agatagggct
1021   ttccccttcg  gggacagag   tgacaggtgg  tgcatggttg  tcgtcagctc  gtgtcgtgag
1081   atgttgggtt  aagtcccgca  acgagcgcaa  cccttgatct  tagttgccag  cattcagttg
1141   ggcactctaa  ggtgactgcc  ggtgacaaac  cggaggaagg  tggggatgac  gtcaaatcat
1201   catgcccctt  atgacctggg  ctacacacgt  gctacaatgg  gtggtacaaa  gggcagcgaa
1261   accgcgaggt  cgagcgaatc  ccataaagcc  actctcagtt  cggattgcag  gctgcaactc
1321   gcctgcatga  agccggaatt  gctagtaatc  gcggatcagc  atgccgcggt  gaatacgttc
1381   ccgggccttg  tacacaccgc  ccgtcacacc  acgagagttt  gtaacacccg  aagtcggtga
```

1441 ggtaaccgca aggaaccagc cgccgaaggt gggacaaatg attggggtga agtcgtaaca
1501 aggtagccgt atcggaaggt gcggctggat

七十、火山渣芽胞杆菌属（*Scopulibacillus*）

【属特征描述】细胞革兰氏阳性，好氧，不能运动，杆状（0.9 μm × 2.8 μm）。氧化酶为阴性，过氧化氢酶为阳性。芽胞卵圆形，次端生。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、一种未知的茚三酮阳性的磷脂和一种未知磷脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$ 和 anteiso-$C_{17:0}$。DNA 的 G+C 含量为 50.8 mol%。模式种为 *Scopulibacillus darangshiensis*。**★属名释意：***Scopulibacillus* 中 *scopulus* 为岩石（火山渣）之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为火山渣芽胞杆菌属（Sco.pu.li.ba.cil′lus. L. masc. n. *scopulus* rock；L. dim. n. *bacillus* a small rod；N.L. masc. n. *Scopulibacillus* a rod isolated from rock）。

751. *Scopulibacillus darangshiensis*（月朗峰火山渣芽胞杆菌）

【种类编号】5-70-1。*Scopulibacillus darangshiensis* Lee and Lee，2006，sp. nov.（月朗峰火山渣芽胞杆菌）。**★模式菌株：**DLS-06 = DSM 19377 = KCTC 13161。**★16S rRNA 基因序列号：**AM711118。**★种名释意：***darangshiensis* 意为模式菌株分离自韩国月朗峰，故其中文名称为月朗峰火山渣芽胞杆菌（da.rang.shi'en.sis. N.L. masc. adj. *darangshiensis* pertaining to Darangshi Oreum in Jeju，Republic of Korea，where the type strain was isolated）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 DLS-06^T 分离自韩国济州岛月朗峰岩石下的火山渣中。**★形态特征：**革兰氏染色阳性，需氧，形成芽胞，不能运动，杆状（0.9 μm × 2.8 μm）。在 YMG 培养基上生长 3 d 的菌落直径为 1～3 mm，凸起，光滑，圆形，浅黄色。**★生理特性：**可在 CYC、YMG、TSA 和 NA 培养基上生长。生长温度为 25～30℃，最适为 30℃，在 20℃或 33℃时不能生长。pH 为 6.1～9.1，最适 pH 为 7.1～9.1。NaCl 浓度为 0～4%。最适为 0～3%。**★生化特性：**氧化酶为阴性，过氧化氢酶为阳性。能水解七叶苷和明胶，但不能水解几丁质、羧甲基纤维素、DNA、弹性蛋白、次黄嘌呤、酪氨酸、尿素和黄嘌呤。不能还原硝酸盐。仅由葡萄糖产酸，不能由下列物质产酸：DL-阿拉伯糖、D-纤维二糖、糊精、D-果糖、D-半乳糖、菊糖、麦芽糖、D-甘露糖、D-松三糖、蜜二糖、甲基-α-D-葡萄糖苷、甲基-α-D-甘露糖苷、D-棉籽糖、L-鼠李糖、L-核糖、水杨苷、L-山梨糖、蔗糖、D-海藻糖、核糖醇、D-半乳糖醇、赤藓糖醇、甘油、肌醇、D-甘露醇、D-山梨醇和 D-木糖醇。**化学特性：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸。主要呼吸醌为 MK-7。主要极性脂为二磷脂酰甘油、磷脂酰甘油、一种未知的茚三酮阳性的磷脂和一种未知磷脂。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{15:0}$（40.0%～40.5%）和 anteiso-$C_{17:0}$（33.8%～39.1%）。**分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 50.8 mol%。菌株 DLS-06^T 与 *Pullulanibacillcy naganoensis*、*Tuberibacillcy calidus* 和 *Sporolactobacillus* 的 16S rRNA 基因序列同源性分别为 95.2%、95.0%和 91.8%～94.2%。16S rRNA 基因序列如下。

1 tgccttaata catgcaagtc gagcgcggga agcagctgat cccttcgggg tgacgcttgt

```
61      ggaacgagcg  gcggacgggt  gagtaacacg  tgggtaacct  gcctgtaaga  ctgggataac
121     tccgggaaac  cggggctaat  accgggtaat  ccaacgcacc  gcatggtgcg  acggtaaaag
181     atggttctgc  catcacttac  agatgggccc  gcggcgcatt  agttagttgg  tgaggtaacg
241     gctcaccaag  accgcgatgc  gtagccgacc  tgagagggtg  atcggccaca  ctgggactga
301     gacacggccc  agactcctac  gggaggcagc  agtagggaat  cttccgcaat  ggacgaaagt
361     ctgacggagc  aacgccgcgt  gagtgatgaa  ggttttcgga  tcgtaaagct  ctgttgttag
421     agaagaacag  gtgccatagg  aaatgatggt  gctttgacgg  tatctaacca  gaaagccacg
481     gctaactacg  tgccagcagc  cgcggtaata  cgtaggtggc  aagcgttgtc  cggaattatt
541     gggcgtaaag  cgcgcgcagg  cggcttctta  agtctgatgt  gaaagcccac  ggctcaaccg
601     tggagggtca  ttggaaactg  gggagcttga  gtacaggaga  ggagagtgga  attccacgtg
661     tagcggtgaa  atgcgtagat  atgtggagga  acaccagtgg  cgaaggcggc  tctctggcct
721     gtaactgacg  ctgaggcgcg  aaagcgtggg  gagcgaacag  gattagatac  cctggtagtc
781     cacgccgtaa  acgatgagtg  ctaggtgtta  gggggtccaa  cccttagtgc  tgaagtcaac
841     acattaagca  ctccgcctgg  ggagtacgac  cgcaaggttg  aaactcaaag  gaattgacgg
901     gggcccgcac  aagcagtgga  gcatgtggtt  taattcgaag  caacgcgaag  aaccttacca
961     ggtcttgaca  tcctctgaca  cctctagaga  tagagttttc  cccttcgggg  gacagagtga
1021    caggtggtgc  atggttgtcg  tcagctcgtg  tcgtgagatg  ttgggttaag  tcccgcaacg
1081    agcgcaaccc  ttgatcttag  ttgccagcat  tcagttgggc  actctaaggt  gactgccggt
1141    gacaaaccgg  aggaaggtgg  ggatgacgtc  aaatcatcat  gccccttatg  acctgggcta
1201    cacacgtgct  acaatgggcg  gtacaaaggg  cagcgaaacc  gcgaggttaa  gcgaatccca
1261    taaagccgct  ctcagttcgg  attgcaggct  gcaactcgcc  tgcatgaagc  cggaattgct
1321    agtaatcgcg  gatcagcatg  ccgcggtgaa  tccgttcccg  ggccttgtac  acaccgcccg
1381    tcacaccacg  agagtttgta  acacccgaag  tcggtgaggt  aacctttgga  accagccgcc
1441    gaaggt
```

七十一、肿块芽胞杆菌属（*Tuberibacillus*）

【属特征描述】细胞革兰氏阳性，好氧，嗜热，不运动，杆状［（0.3～0.5）μm×（3～7）μm］，单生或形成链状。芽胞卵圆形［（0.5～0.7）μm ×（0.7～1.0）μm］，端生，胞囊膨大。过氧化氢酶和氧化酶为阳性。细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸、丙氨酸和谷氨酸，但不含糖类。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso-$C_{17:0}$。DNA 的 G+C 含量为 46.0%～47.3 mol%。模式种为 *Tuberibacillus calidus*。**★属名释意：***Tuberibacillus* 中 *tuber* 为膨胀、肿块之意，*bacillus* 为芽胞杆菌之意，故其中文名称为肿块芽胞杆菌属（Tu.be.ri.ba.cil′lus. L. neut. n. *tuber* swelling；L. masc. n. *bacillus* a small staff；N.L. masc. n. *Tuberibacillus* a small staff with a swelling）。

752. *Tuberibacillus calidus*（热生肿块芽胞杆菌）

【种类编号】5-71-1。*Tuberibacillus calidus* Hatayama et al.，2006，sp. nov.（热生肿块芽胞杆菌）。**★模式菌株：**607 = DSM 17572 = JCM 13397。**★16S rRNA 基因序列号：**AB231786。**★种名释意：***calidus* 为热之意，故其中文名称为热生肿块芽胞杆菌（ca.li′dus. L. masc. adj. *calidus*，hot，due to their growth temperature）。

【种类描述】★菌株来源：菌株 607^T 从日本冲绳县的超高温堆肥中分离得到。**★形态特征：**细胞革兰氏阳性，好氧，嗜热，不能运动，杆状［（0.3～0.5）μm×（3～7）μm］，单生或形成链状。芽胞卵圆形［（0.5～0.7）μm×（0.7～1.0）μm］，端生，胞囊膨大。有氧和高温条件下，在 CYC 培养基上的菌落圆形，模糊边，半透明，浅黄色。**★生理特性：**生长温度为 40～60℃（最适 50～55℃），pH 为 5.0～7.0，NaCl 浓度为 0～2%或 0～4%。**★生化特性：**过氧化氢酶和氧化酶为阳性。能水解酪蛋白。下列反应为阴性：苯丙氨酸脱氨、淀粉和酪氨酸水解、柠檬酸和丙酸利用、产乳酸。由葡萄糖和阿拉伯糖产酸，但不能由乳糖产酸。硝酸盐还原能力和由木糖产酸活性因菌株而异。**化学特征：**细胞壁肽聚糖含 *meso*-二氨基庚二酸、丙氨酸和谷氨酸，但不含糖类。主要呼吸醌为 MK-7。主要脂肪酸为 anteiso- $C_{17:0}$，少量脂肪酸为 iso-$C_{17:0}$ 和 iso-$C_{16:0}$。**★分子特性：**DNA 的 G+C 含量为 46.0 mol%～47.3 mol%。系统发育分析结果表明，菌株 607^T 和 606b 与 *Bacillus naganoensis*（现为 *Pullulanibacillus naganoensis*）亲缘关系最近（16S rRNA 序列同源性为 94.0%～94.1%），而且可以与 *Bacillus*（<91.9%）和 *Sporolactobacillus*（91.0%～92.5%）的种类区分开来。DNA-DNA 杂交结果表明，菌株 607^T 和 606b 为同一种。16S rRNA 基因序列如下。

```
1     gacgaacgct ggcggcgtgc ctaatacatg caagtcgagc gcgtgaaatt cgcggatctc
61    ttcggagtga tgcggatgga tcgagcggcg gacgggtgag taacacgtgg gcaacctgcc
121   cgtaagactg ggataacttc gggaaaccga agctaatacc ggataggctt tcgcaccgca
181   tggtgcgaaa gggaaaggtg cttctggcat cacttacgga tgggcccgcg gcgcattagc
241   tggttggtga ggtaacggct caccaaggcg acgatgcgta gccgacctga gagggtgatc
301   ggccacactg ggactgagac acggcccaga ctcctacggg aggcagcagt agggaatctt
361   ccgcaatgga cgaaagtctg acggagcaac gccgcgtgag cgaggaaggt cttcggatcg
421   taaagctctg ttgtcggaga cgaacaagcg tcataggaaa tgatggcgcc atgacggtat
481   ccgaccagaa agccccggct aactacgtgc cagcagccgc ggtaatacgt agggggcgag
541   cgttgtccgg aattattggg cgtaaagcgc gcgcaggcgg ctccttaagt ctggtgtgaa
601   agcccgcggc tcaaccgcgg agggtcattg gaaactgggg agcttgagtg caggagagga
661   gagtggaatt ccacgtgtag cggtgaaatg cgtagagatg tggaggaaca ccggtggcga
721   aagcggctct ctggcctgta actgacgctg aggcgcgaaa gcgtggggag caaacaggat
781   tagataccct ggtagtccac gccgtaaacg atgagtgcta ggtgttaggg ggtccaacc
841   ccttagtgct gaagttaaca cattaagcac tccgcctggg gagtacgacc gcaaggttga
901   aactcaaagg aattgacggg ggcccgcaca agcagtggag catgtggttt aattcgaagc
961   aacgcgaaga accttaccag gtcttgacat cctctgacaa ccctagagat agggcgttcc
1021  ccttcggggg acagagtgac aggtggtgca tggttgtcgt cagctcgtgt cgtgagatgt
1081  tgggttaagt cccgcaacga gcgcaaccct tgatgttagt tgccagcatt cagttgggca
1141  ctctaacgtg actgccggtg acaaaccgga ggaaggtggg gatgacgtca aatcatcatg
1201  ccccttatga cctgggctac acacgtgcta caatgggcgg tacaaagggc agcgaaaccg
1261  cgaggtggag ccaatcccat aaagccgctc tcagttcgga ttgcaggctg caactcgcct
1321  gcatgaagcc ggaattgcta gtaatcgcgg atcagcatgc cgcggtgaat acgttcccgg
1381  gccttgtaca caccgcccgt cacaccacga gagtttgtaa cacccgaagt cggtgggcga
1441  accgttatgg acgcagccgc cgaaggtggg acaaatgatt ggggtg
```

参 考 文 献

车建美, 付萍, 刘波, 郑雪芳, 林抗美. 2010. 保鲜功能微生物 FJAT-0809-GLX 对龙眼保鲜特性研究. 热带作物学报, 31(9): 1632-1640.

车建美, 郑雪芳, 刘波, 苏明星, 朱育菁. 2011. 短短芽胞杆菌 FJAT-0809-GLX 菌剂的制备及其对枇杷保鲜效果的研究. 保鲜与加工, 11(5): 6-9.

陈峥, 刘波, 车建美, 唐建阳, 朱育菁. 2011. 龙眼微生物保鲜剂挥发性物质分析. 中国农学通报, 27(20): 115-118.

陈峥, 刘波, 车建美, 唐建阳, 朱育菁. 2012. 龙眼微生物保鲜菌 FJAT-0809-GLX 发酵液丙酮萃取物的成分分析. 福建农业学报, 27(3): 294-298.

东秀珠, 蔡妙英. 2001. 常见细菌系统鉴定手册. 北京: 科学出版社.

郭成栓, 欧阳蒲月, 谢和. 2010. 枯草芽胞杆菌 E20 发酵产生挥发性风味成分的 GC/MS 分析.中国酿造, 9: 153-155.

韩延平, 杨瑞馥. 2001. 需氧芽孢杆菌分类学研究进展. 微生物免疫学进展, 29(4): 73-78.

黄继翔, 惠明, 齐东梅, 牛天贵. 2006. 新型数值分类软件 X-Cluster 的开发及应用.微生物学通报, 33(1): 118-121.

“具有命名地位的原核生物名称的名录”(List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature, LPSN)网站: http://www.bacterio.net/.

邝玉斌, 方呈祥, 张珞珍, 郭爱玲, 岳莹玉, 陶天申. 2000. 芽胞杆菌模式菌株细胞脂肪酸组分的气相色谱分析. 分析科学学报, 16(4): 270-273.

蓝江林, 刘波, 陈璐, 肖荣凤, 史怀, 苏明星. 2010. 芭蕉属植物内生细菌脂肪酸生物标记特性的研究. 中国农业科学, 43(10): 2045-2055.

李娟, 任路静, 孙冠男, 黄和. 2013. 气相色谱-质谱联用技术及其在代谢组学中的应用. 生物工程学报, 29(4): 434-446.

林营志, 刘波, 张秋芳, 傅秀荣. 2009. 土壤微生物群落磷脂脂肪酸生物标记分析程序 PLFAEco. 中国农学通报, 25(14): 286-290.

刘波, 胡桂萍, 唐唯其. 2013. 基于全基因组的芽胞杆菌平均核苷酸同源性(ANI)分析. 福建农业学报, 28(9): 833-843.

刘波, 刘国红, 林乃铨, 唐建阳. 2012. 秦始皇兵马俑 1 号坑芽胞杆菌的采集与鉴定. 福建农业学报, 27(6): 563-573.

刘波, 刘国红, 林乃铨. 2014. 基于脂肪酸生物标记芽胞杆菌属种类的系统发育. 微生物学报, 54(2): 139-158.

刘波, 王阶平, 陶天申, 喻子牛. 2015. 芽胞杆菌属及其近缘属种名目录. 福建农业学报, 30(1): 1303-1324.

刘波, 朱昌雄. 2009. 微生物发酵床零污染养猪技术的研究与应用. 北京: 中国农业科学技术出版社.

刘波. 2006. 芽胞杆菌文献研究. 广州: 广东旅游出版社.

刘波. 2011. 微生物脂肪酸生态学. 北京: 中国农业科学技术出版社.

刘国红, 林营志, 刘波, 林乃铨. 2012. 芽胞杆菌属种类脂肪酸鉴定与分子鉴定方法的比较. 福建农业学报, 27(2): 173-180.

刘国红, 刘波, 林营志, 林乃铨. 2008. 芽胞杆菌的分类与研究进展. 福建农业学报, 23(1): 92-99.

刘志辉, 蔡杏珊, 竺澎波, 关平, 许婉华, 吴龙章. 2005. 应用气相色谱技术分析全细胞脂肪酸快速鉴定分枝杆菌. 中华结核和呼吸杂志, 28: 403-406.

史怀, 刘波, 陈峥, 刘国红, 潘志针, 陈梅春, 朱育菁. 2012. 基于 LC/Q-TOF-MS 的芽胞杆菌代谢组学分析方法. 福建农业学报, 27(10): 1112-1119.

陶天申, 杨瑞馥, 东秀珠. 2007. 原核生物系统学. 北京: 化学工业出版社.

王秋红, 蓝江林, 朱育菁, 肖荣凤, 葛慈斌, 林营志, 陈亮, 刘波. 2007. 脂肪酸甲酯谱图分析方法及其在微生物学领域的应用. 福建农业学报, 22(2): 212-218.

许国旺. 2008. 代谢组学——方法与应用. 北京: 科学出版社: 10-11.

杨瑞馥, 陶天申, 方呈祥, 张利平. 2010. 细菌名称双解及分类词典. 北京: 化学工业出版社.

杨霞, 陈陆, 王川庆. 2008. 16S rRNA 基因序列分析技术在细菌分类中应用的研究进展. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 36(2): 55-60.

张晓霞, 王直强, 李世贵, 顾金刚, 姜瑞波. 2009. 脂肪酸组分分析在不动杆菌鉴定中的应用. 生物技术通报, 6: 150-153.

周方, 朱厚础, 唐光江, 王以政, 张绪团, 高树德, 邱明庆, 钟文蓬, 赵林, 王陵, 梁朝. 1986. 全细胞脂肪酸气相色谱法鉴别莫拉氏菌和军团杆菌. 中国科学化学, 16(10): 1051-1058.

朱来宽. 2010. 微生物代谢组学及其应用的研究进展.牙体牙髓牙周病学杂志, 20(1): 51-54.

朱育菁，苏明星，黄素芳，王秋红，刘波. 2009. 培养条件对青枯雷尔氏菌脂肪酸组成的影响. 微生物学通报，36(8): 1158-1165.

Abd El-Rahman HA, Fritze D, Spröer C, Claus D. 2002. Two novel psychrotolerant species, *Bacillus psychrotolerans* sp. nov. and *Bacillus psychrodurans* sp. nov., which contain ornithine in their cell walls. Int J Syst Evol Microbiol, 52(6): 2127-2133. **No. 1-37-2 and No. 1-37-3**

Abd Rahman RN, Leow TC, Salleh AB, Basri M. 2007. *Geobacillus zalihae* sp. nov., a thermophilic lipolytic bacterium isolated from palm oil mill effluent in Malaysia. BMC Microbiol, 7: 77. **No. 1-19-17**

Abel K, Deschmertzing H, Peterson JI. 1963. Classification of microorganisms by analysis of chemical composition. I. Feasibility of utilizing gas chromatography. J Bacteriol, 85: 1039-1044.

Agnew MD, Koval SF, Jarrell KF. 1995. Isolation and characterization of novel alkaliphiles from bauxite-processing waste and description of *Bacillus vedderi* sp. nov., a new obligate alkaliphile. Syst Appl Microbiol, 18, 221-230. **No. 1-1-217**

Aguilera M, Monteoliva-Sánchez M, Suárez A, Guerra V, Lizama C, Bennasar A, Ramos-Cormenzana A. 2001. *Paenibacillus jamilae* sp. nov., an exopolysaccharide- producing bacterium able to grow in olive-mill wastewater. Int J Syst Evol Microbiol, 51(5): 1687-1692. **No. 3-57-72**

Ahmad S, Scopes RK, Rees GN, Patel BK. 2000. *Saccharococcus caldoxylosilyticus* sp. nov., an obligately thermophilic, xylose-utilizing, endospore-forming bacterium. Int J Syst Evol Microbiol, 50(Pt 2)517-523. **No. 1-19-1**

Ahmed I, Sin Y, Paek J, Ehsan M, Hayat R, Iqbal M, Hyo Y. 2014. Description of *Lysinibacillus pakistanensis*. Int J Agric Biol, 16: 447-450. **No. 1-27-13**

Ahmed I, Yokota A, Fujiwara T. 2007. A novel highly boron tolerant bacterium, *Bacillus boroniphilus* sp. nov., isolated from soil, that requires boron for its growth. Extremophiles, 11: 217-224. **No. 1-1-37**

Ahmed I, Yokota A, Fujiwara T. 2007. *Gracilibacillus boraciitolerans* sp. nov., a highly boron-tolerant and moderately halotolerant bacterium isolated from soil. Int J Syst Evol Microbiol, 57(4): 796-802. **No. 1-20-3**

Ahmed I, Yokota A, Yamazoe A, Fujiwara T. 2007. Proposal of *Lysinibacillus boronitolerans* gen. nov., sp. nov., and transfer of *Bacillus fusiformis* to *Lysinibacillus fusiformis* comb. nov. and *Bacillus sphaericus* to *Lysinibacillus sphaericus* comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 57(5): 1117-1125. **No. 1-27-1, No. 1-27-4 and No. 1-27-16**

Ahn JH, Kim BC, Kim BY, Kim SJ, Song J, Kwon SW, Weon HY. 2014. *Paenibacillus cucumis* sp. nov. isolated from greenhouse soil. J Microbiol, 52(6): 460-464. **No. 3-57-36**

Aino K, Hirota K, Matsuno T, Morita N, Nodasaka Y, Fujiwara T, Matsuyama H, Yoshimune K, Yumoto I. 2008. *Bacillus polygoni* sp. nov., a moderately halophilic, non-motile obligate alkaliphile isolated from indigo balls. Int J Syst Evol Microbiol, 58(1): 120-124. **No. 1-1-166**

Aizawa T, Urai M, Iwabuchi N, Nakajima M, Sunairi M. 2010. *Bacillus trypoxylicola* sp. nov., xylanase-producing alkaliphilic bacteria isolated from the guts of Japanese horned beetle larvae(*Trypoxylus dichotomus septentrionalis*). Int J Syst Evol Microbiol, 60(1): 61-66. **No. 1-1-214**

Ajithkumar VP, Ajithkumar B, Iriye R, Sakai T. 2002. *Bacillus funiculus* sp. nov., novel filamentous isolates from activated sludge. Int J Syst Evol Microbiol, 52: 1141-1144. **No. 1-1-77**

Akaracharanya A, Lorliam W, Tanasupawat S, Lee KC, Lee JS. 2009. *Paenibacillus cellulositrophicus* sp. nov., a cellulolytic bacterium from Thai soil. Int J Syst Evol Microbiol, 59(11): 2680-2684. **No. 3-57-26**

Albert RA, Archambault J, Lempa M, Hurst B, Richardson C, Gruenloh S, Duran M, Worliczek HL, Huber BE, Rosselló-Mora R, Schumann P, Busse HJ. 2007. Proposal of *Viridibacillus* gen. nov. and reclassification of *Bacillus arvi*, *Bacillus arenosi* and *Bacillus neidei* as *Viridibacillus arvi* gen. nov., comb. nov., *Viridibacillus arenosi* comb. nov. and *Viridibacillus neidei* comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 57(Pt 12): 2729-2737. **No. 4-67-1, No. 4-67-2 and No. 4-67-3**

Albert RA, Archambault J, Rosselló-Mora R, Tindall BJ, Matheny M. 2005. *Bacillus acidicola* sp. nov., a novel mesophilic, acidophilic species isolated from acidic *Sphagnum peat* bogs in Wisconsin. Int J Syst Evol Microbiol, 55(Pt 5): 2125-2130. **No. 1-1-3**

Albuquerque L, Rainey FA, Chung AP, Sunna A, Nobre MF, Grote R, Antranikian G, da Costa MS. 2000, *Alicyclobacillus hesperidum* sp. nov. and a related genomic species from solfataric soils of São Miguel in the Azores. Int J Syst Evol Microbiol, 50(2): 451-457. **No. 2-52-12**

Albuquerque L, Tiago I, Taborda M, Nobre MF, Veríssimo A, da Costa MS. 2008. *Bacillus isabeliae* sp. nov., a halophilic bacterium isolated from a sea salt evaporation pond. Int J Syst Evol Microbiol, 58: 226-230. **No. 1-1-106**

Alexander B, Priest FG. 1989. *Bacillus glucanolyticus*, a new species that degrades a variety of β-glucans. Int J Syst Bacteriol, 39: 112-115. **No. 3-57-59**

Allan RN, Lebbe L, Heyrman J, de Vos P, Buchanan CJ, Logan NA. 2005. *Brevibacillus levickii* sp. nov. and *Aneurinibacillus terranovensis* sp. nov., two novel thermoacidophiles isolated from geothermal soils of northern Victoria Land, Antarctica. Int J Syst Evol Microbiol, 55(3): 1039-1050. **No. 3-58-5 and No. 3-59-13**

Amoozegar MA, Bagheri M, Didari M, Mehrshad M, Schumann P, Spröer C, Sánchez-Porro C, Ventosa A. 2014. *Aquibacillus halophilus* gen. nov., sp. nov., a moderately halophilic bacterium from a hypersaline lake, and reclassification of *Virgibacillus koreensis* as *Aquibacillus koreensis* comb. nov. and *Virgibacillus albus* as *Aquibacillus*

albus comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 64(11): 3616-3623.**No. 1-9-1, No. 1-9-2 and No. 1-9-3**

Amoozegar MA, Bagheri M, Didari M, Shahzedeh Fazeli SA, Schumann P, Sánchez-Porro C, Ventosa A. 2013. *Saliterribacillus persicus* gen. nov., sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from a hypersaline lake. Int J Syst Evol Microbiol, 63(1): 345-351. **No. 1-39-1**

Amoozegar MA, Bagheri M, Makhdoumi-Kakhki A, Didari M, Schumann P, Spröer C, Sánchez-Porro C, Ventosa A. 2014. *Oceanobacillus limi* sp. nov., a moderately halophilic bacterium from a salt lake. Int J Syst Evol Microbiol, 64(4): 1284-1289. **No. 1-30-10**

Amoozegar MA, Didari M, Bagheri M, Fazeli SA, Schumann P, Spröer C, Sánchez-Porro C, Ventosa A. 2013. *Bacillus salsus* sp. nov., a halophilic bacterium from a hypersaline lake. Int J Syst Evol Microbiol, 63(9): 3324-3329. **No. 1-1-180**

Amoozegar MA, Malekzadeh F, Malik KA, Schumann P, Spröer C. 2003. *Halobacillus karajensis* sp. nov., a novel moderate halophile. Int J Syst Evol Microbiol, 53(4): 1059-1063. **No. 1-22-8**

Amoozegar MA, Sánchez-Porro C, Rohban R, Hajighasemi M, Ventosa A. 2009. *Bacillus persepolensis* sp. nov., a moderately halophilic bacterium from a hypersaline lake. Int J Syst Evol Microbiol, 59(9): 2352-2358. **No. 1-5-2**

Amoozegar MA, Sánchez-Porro C, Rohban R, Hajighasemi M, Ventosa A. 2009. *Piscibacillus halophilus* sp. nov., a moderately halophilic bacterium from a hypersaline Iranian lake. Int J Syst Evol Microbiol, 59(12): 3095-3099. **No. 1-34-1**

Amziane M, Metiaz F, Darenfed-Bouanane A, Djenane Z, Selama O, Abderrahmani A, Cayol JL, Fardeau ML. 2013. *Virgibacillus natechei* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from sediment of a saline lake in southwest of Algeria. Curr Microbiol, 66(5): 462-466. **No. 1-50-14**

An SY, Asahara M, Goto K, Kasai H, Yokota A. 2007. *Terribacillus saccharophilus* gen. nov., sp. nov. and *Terribacillus halophilus* sp. nov., spore-forming bacteria isolated from field soil in Japan. Int J Syst Evol Microbiol, 57(1): 51-55. **No. 1-46-3 and No. 1-46-4**

An SY, Asahara M, Goto K, Kasai H, Yokota A. 2007. *Virgibacillus halophilus* sp. nov., spore-forming bacteria isolated from soil in Japan. Int J Syst Evol Microbiol, 57(7): 1607-1611. **No. 1-50-9**

An SY, Ishikawa S, Kasai H, Goto K, Yokota A. 2007. *Amphibacillus sediminis* sp. nov., an endospore-forming bacterium isolated from lake sediment in Japan. Int J Syst Evol Microbiol, 57(11): 2489-2492. **No. 1-6-8**

An SY, Kanoh K, Kasai H, Goto K, Yokota A. 2007. *Halobacillus faecis* sp. nov., a spore-forming bacterium isolated from a mangrove area on Ishigaki Island, Japan. Int J Syst Evol Microbiol, 57(11): 2476-2479. **No. 1-22-5**

Andersch I, Pianka S, Fritze D, Claus D. 1994. Description of *Bacillus laevolacticus*(ex Nakayama and Yanoshi 1967)sp. nov., nom. rev. Int J Syst Bacteriol, 44, 659-664. **No. 5-68-4**

Andersson M, Laukkanen M, Nurmiaho-Lassila EL, Rainey FA, Niemela SI, Salkinoja-Salonen M. 1995. *Bacillus thermosphaericus* sp. nov. a new thermophilic ureolytic bacillus isolated from air. Syst Appl Microbiol, 18, 203-220. **No. 4-66-6**

Arahal DR, Márquez MC, Volcani BE, Schleifer KH, Ventosa A. 1999. *Bacillus marismortui* sp. nov., a new moderately halophilic species from the Dead Sea. Int J Syst Bacteriol, 49(2): 521-530. **No. 1-50-13**

Arahal DR, Márquez MC, Volcani BE, Schleifer KH, Ventosa A. 2000. Reclassification of *Bacillus marismortui* as *Salibacillus marismortui* comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 50(4): 1501-1503. **No. 1-50-13**

Arfman N, Dijkhuizen L, Kirchhof G, Ludwig W, Schleifer KH, Bulygina ES, Chumakov KM, Govorukhina NI, Trotsenko YA, White D, Sharp RJ. 1992. *Bacillus methanolicus* sp. nov., a new species of thermotolerant, methanol-utilizing, endospore-forming bacteria. Int J Syst Bacteriol, 42(3): 439-445. **No. 1-1-138**

Ash C, Farrow JAE, Wallbanks S, Collins MD. 1991. Phylogenetic heterogeneity of the genus *Bacillus* revealed by comparative analysis of small subunit—ribosomal RNA sequences. Lett Appl Microbiol, 13: 202-206.

Ash C, Priest FG, Collins MD. 1993. Molecular identification of rRNA group 3 bacilli(Ash, Farrow, Wallbanks and Collins)using a PCR probe test. Antonie van Leeuwenhoek, 64(3-4): 253-260. **No. 3-57-8, No. 3-57-9, No. 3-57-44, No. 3-57-80, No. 3-57-86, No. 3-57-87, No. 3-57-101, No. 3-57-112 and No. 3-57-165**

Atanassova M, Derekova A, Mandeva R, Sjøholm C, Kambourova M. 2008. *Anoxybacillus bogrovensis* sp. nov., a novel thermophilic bacterium isolated from a hot spring in Dolni Bogrov, Bulgaria. Int J Syst Evol Microbiol, 58(10): 2359-2362. **No. 1-8-3**

Atlas RM. 1993. Handbook of Microbiological Media. Edited by L. C. Parks. Boca Raton, FL: CRC Press.

Auch AF, von Jan M, Klenk HP, Göker M. 2010. Digital DNA-DNA hybridization for microbial species delineation by means of genome-to-genome sequence comparison. Stand Genomic Sci, 2(1): 117-134.

Avakyan ZA, Pivovarova TA, Karavaiko GI. 1986. Properties of a new species, *Bacillus mucilaginosus*. Mikrobiologiya, 55: 477-482(in Russian).**No. 3-57-94**

Bae JY, Kim KY, Kim JH, Lee K, Cho JC, Cha CJ. 2010. *Paenibacillus aestuarii* sp. nov., isolated from an estuarine wetland. Int J Syst Evol Microbiol, 60(3): 644-647. **No. 3-57-2**

Bae SS, Lee JH, Kim SJ. 2005. *Bacillus alveayuensis* sp. nov., a thermophilic bacterium isolated from deep-sea sediments of the Ayu Trough. Int J Syst Evol Microbiol, 55(Pt 3): 1211-1215. **No. 1-1-18**

Baek SH, Cui Y, Kim SC, Cui CH, Yin C, Lee ST, Im WT. 2011. *Tumebacillus ginsengisoli* sp. nov., isolated from soil of a ginseng field. Int J Syst Evol Microbiol, 61(7): 1715-1719. **No. 2-55-2**

Baek SH, Im WT, Oh HW, Lee JS, Oh HM, Lee ST. 2006. *Brevibacillus ginsengisoli* sp. nov., a denitrifying bacterium isolated from soil of a ginseng field. Int J Syst Evol Microbiol, 56(11): 2665-2669. **No. 3-59-10**

Baek SH, Yi TH, Lee ST, Im WT. 2010. *Paenibacillus pocheonensis* sp. nov., a facultative anaerobe isolated from soil of a ginseng field. Int J Syst Evol Microbiol, 60(5): 1163-1167. **No. 3-57-111**

Baesman SM, Stolz JF, Kulp TR, Oremland RS. 2009. Enrichment and isolation of *Bacillus beveridgei* sp. nov., a facultative anaerobic haloalkaliphile from Mono Lake, California, that respires oxyanions of tellurium, selenium, and arsenic. Extremophiles, 13: 695-705. **No. 1-1-33**

Bagheri M, Amoozegar MA, Schumann P, Didari M, Mehrshad M, Spröer C, Sánchez-Porro C, Ventosa A. 2013. *Ornithinibacillus halophilus* sp. nov., a moderately halophilic, Gram-stain-positive, endospore-forming bacterium from a hypersaline lake. Int J Syst Evol Microbiol, 63(3): 844-848. **No. 1-31-4**

Bagheri M, Didari M, Amoozegar MA, Schumann P, Sánchez-Porro C, Mehrshad M, Ventosa A. 2012. *Bacillus iranensis* sp. nov., a moderate halophile from a hypersaline lake. Int J Syst Evol Microbiol, 62: 811-816. **No. 1-1-105**

Baik KS, Choe HN, Park SC, Kim EM, Seong CN. 2011. *Paenibacillus wooponensis* sp. nov., isolated from wetland freshwater. Int J Syst Evol Microbiol, 61(11): 2763-2768. **No. 3-57-167**

Baik KS, Lim CH, Choe HN, Kim EM, Seong CN. 2011. *Paenibacillus rigui* sp. nov., isolated from a freshwater wetland. Int J Syst Evol Microbiol, 61(3): 529-534. **No. 3-57-124**

Baik KS, Lim CH, Park SC, Kim EM, Rhee MS, Seong CN. 2010. *Bacillus rigui* sp. nov., isolated from wetland fresh water. Int J Syst Evol Microbiol, 60(9): 2204-2209. **No. 1-17-8**

Balcázar JL, Pintado J, Planas M. 2010. *Bacillus galliciensis* sp. nov., isolated from faeces of wild seahorses (*Hippocampus guttulatus*). Int J Syst Evol Microbiol, 60: 892-895. **No. 1-1-79**

Banat IM, Marchant R, Rahman TJ. 2004. *Geobacillus debilis* sp. nov., a novel obligately thermophilic bacterium isolated from a cool soil environment, and reassignment of *Bacillus pallidus* to *Geobacillus pallidus* comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 54(Pt 6): 2197-2201. **No. 1-2-1 and No. 1-12-1**

Batchelor MD. 1919. Aerobic spore-bearing bacteria in tbe intestinal tract of children. J Bacteriol, 4: 23-34. **No. 1-1-28**

Behrendt U, Schumann P, Stieglmeier M, Pukall R, Augustin J, Spröer C, Schwendner P, Moissl-Eichinger C, Ulrich A. 2010. Characterization of heterotrophic nitrifying bacteria with respiratory ammonification and denitrification activity—Description of *Paenibacillus uliginis* sp. nov., an inhabitant of fen peat soil and *Paenibacillus purispatii* sp. nov., isolated from a spacecraft assembly clean room. Syst Appl Microbiol, 33(6): 328-336. **No. 3-57-119 and No. 3-57-163**

Belduz AO, Dulger S, Demirbag Z. 2003. *Anoxybacillus gonensis* sp. nov., a moderately thermophilic, xylose-utilizing, endospore-forming bacterium. Int J Syst Evol Microbiol, 53(5): 1315-1320. **No. 1-8-9**

Benardini JN, Vaishampayan PA, Schwendner P, Swanner E, Fukui Y, Osman S, Satomi M, Venkateswaran K. 2011. *Paenibacillus phoenicis* sp. nov., isolated from the Phoenix Lander assembly facility and a subsurface molybdenum mine. Int J Syst Evol Microbiol, 61(6): 1338-1343. **No. 3-57-106**

Bendjama E, Loucif L, Diene SM, Michelle C, Gacemi-Kirane D, Rolain JM. 2014. Non-contiguous finished genome sequence and description of *Bacillus massilioalgeriensis* sp. nov. Stand Genomic Sci, 9(3): 1046-1061. **No. 1-1-131**

Bendjama E, Loucif L, Diene SM, Michelle C, Gacemi-Kirane D, Rolain JM. 2014. Non-contiguous finished genome sequence and description of *Paucisalibacillus algeriensis* sp. nov. Stand Genomic Sci, 9(3): 1352-1365. **No. 1-33-1**

Beneduzi A, Costa PB, Parma M, Melo IS, Bodanese-Zanettini MH, Passaglia LM. 2010. *Paenibacillus riograndensis* sp. nov., a nitrogen-fixing species isolated from the rhizosphere of *Triticum aestivum*. Int J Syst Evol Microbiol, 60(1): 128-133. **No. 3-57-125**

Berge O, Guinebretière MH, Achouak W, Normand P, Heulin T. 2002. *Paenibacillus graminis* sp. nov. and *Paenibacillus odorifer* sp. nov., isolated from plant roots, soil and food. Int J Syst Evol Microbiol, 52(2): 607-616. **No. 3-57-61 and No. 3-57-100**

Berliner E. 1915. Über die Schlaffsucht der Mehlmottenraupe(*Ephestia kühniella* Zell)und ihren Erreger *Bacillus thuringiensis* n. sp. Zeitschrift fur angewandte Entomologie Berlin, 2: 29-56. **No. 1-1-210**

Bibi F, Chung EJ, Jeon CO, Chung YR. 2011. *Bacillus graminis* sp. nov., an endophyte isolated from a coastal dune plant. Int J Syst Evol Microbiol, 61: 1567-1571. **No. 1-1-84**

Bogdanova TI, Tsaplina IA, Kondrateva TF, Duda VI, Suzina NE, Melamud VS, Tourova TP, Karavaiko GI. 2006. *Sulfobacillus thermotolerans* sp. nov., a thermotolerant, chemolithotrophic bacterium. Int J Syst Evol Microbiol, 56: 1039-1042. **No. 2-54-5**

Bohlin J, Skjerve E, Ussery D. 2008. Reliability and applications of statistical methods based on oligonucleotide frequencies in bacterial and archaeal genomes. BMC genomics, 9(1): 104.

Bohlin J, Skjerve E. 2009. Examination of genome homogeneity in prokaryotes using genomic signatures. PLoS One, 4(12): e8113.

Bonjour F, Aragno M. 1984. *Bacillus tusciae*, a new species of thermoacidophilic, facultatively chemolithoautotrophic, hydrogen oxidizing sporeformer from a geothermal area. Arch Microbiol, 139: 397-401.

Boone DR, Liu Y, Zhao ZJ, Balkwill DL, Drake GR, Stevens TO, Aldrich HC. 1995.*Bacillus infernus* sp. nov., an Fe(III)- and Mn(IV)-reducing anaerobe from the deep terrestrial subsurface. Int J Syst Bacteriol, 45: 441-448. **No. 1-1-103**

Borchert MS, Nielsen P, Graeber I, Kaesler I, Szewzyk U, Pape T, Antranikian G, Schäfer T. 2007. *Bacillus plakortidis* sp. nov. and *Bacillus murimartini* sp. nov., novel alkalitolerant members of rRNA group 6. Int J Syst Evol Microbiol, 57(12): 2888-2893. **No. 1-1-142**

Borriss R, Chen XH, Rueckert C, Blom J, Becker A, Baumgarth B, Fan B, Pukall R, Schumann P, Spröer C, Junge H, Vater J, Pühler A, Klenk HP. 2011. Relationship of *Bacillus amyloliquefaciens* clades associated with strains DSM 7^T and FZB42^T: a proposal for *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *amyloliquefaciens* subsp. nov. and *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* subsp. nov. based on complete genome sequence comparisons. Int J Syst Evol Microbiol, 61(Pt 8): 1786-1801. **No. 1-1-19**

Borsodi AK, Márialigeti K, Szabó G, Palatinszky M, Pollák B, Kéki Z, Kovács AL, Schumann P, Tóth EM. 2008. *Bacillus aurantiacus* sp. nov., an alkaliphilic and moderately halophilic bacterium isolated from Hungarian soda lakes. Int J Syst Evol Microbiol, 58(Pt 4): 845-851. **No. 1-1-26**

Borsodi AK, Pollák B, Kéki Z, Rusznyák A, Kovács AL, Spröer C, Schumann P, Márialigeti K, Tóth EM. 2011. *Bacillus alkalisediminis* sp. nov., an alkaliphilic and moderately halophilic bacterium isolated from sediment of extremely shallow soda ponds. Int J Syst Evol Microbiol, 61(Pt 8): 1880-1886. **No. 1-1-15**

Bosshard PP, Zbinden R, Altwegg M. 2002. *Paenibacillus turicensis* sp. nov., a novel bacterium harbouring heterogeneities between 16S rRNA genes. Int J Syst Evol Microbiol, 52(6): 2241-2249. **No. 3-57-160**

Bouraoui H, Rebib H, Ben Aissa M, Touzel JP, O'donohue M, Manai M. 2013. *Paenibacillus marinum* sp. nov., a thermophilic xylanolytic bacterium isolated from a marine hot spring in Tunisia. J Basic Microbiol, 53(11): 877-883. **No. 3-57-89**

Branquinho R, Sousa C, Osório H, Meirinhos-Soares L, Lopes J, Carriço JA, Busse HJ, Abdulmawjood A, Klein G, Kämpfer P, Pintado ME, Peixe LV. 2014. *Bacillus invictae* sp. nov., isolated from a health product. Int J Syst Evol Microbiol, 64: 3867-3876. **No. 1-1-104**

Bredemann G, Werner W. 1933. *In*: Werner W. Botanische beschreibung häufinger am buttersäureabbau beteiligter sporenbildender bakterienspezies. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene. Abteilung II, 87: 446-475. **No. 1-1-71**

Bulloch W. 1938. The History of Bacteriology, 2nd edn. 1960. Oxford: Oxford University Press.

Bundy JG, Willey TL, Castell RS, Ellar DJ, Brindle KM. 2005. Discrimination of pathogenic clinical isolates and laboratory strains of *Bacillus cereus* by NMR-based metabolomics profiling. FEMS Microbiol Lett, 2(1): 127-136.

Caccamo D, Gugliandolo C, Stackebrandt E, Maugeri TL. 2000. *Bacillus vulcani* sp. nov., a novel thermophilic species isolated from a shallow marine hydrothermal vent. Int J Syst Evol Microbiol, 50(6): 2009-2012. **No. 1-19-16**

Cao SJ, Qu JH, Yang JS, Sun Q, Yuan HL. 2008. *Halolactibacillus alkaliphilus* sp. nov., a moderately alkaliphilic and halophilic bacterium isolated from a soda lake in Inner Mongolia, China, and emended description of the genus *Halolactibacillus*. Int J Syst Evol Microbiol, 58(9): 2169-2173. **No. 1-23-1**

Cao SJ, Qu JH, Yuan HL, Li BZ. 2010. *Salsuginibacillus halophilus* sp. nov., a halophilic bacterium isolated from a soda lake. Int J Syst Evol Microbiol, 60(6): 1339-1343. **No. 1-40-1**

Cao Y, Chen F, Li Y, Wei S, Wang G. 2015. *Paenibacillus ferrarius*sp. nov., isolated from iron mineral soil. Int J Syst Evol Microbiol, 65(1): 165-170. **No. 3-57-50**

Carozzi NB, Kramer VC, Warren GW, Evola S, Koziel MG. 1991. Prediction of insecticidal activity of *Bacillus thuringiensis* strains by polymerase chain reaction product profiles. Appl Environ Microbiol, 57(11): 3057-3061.

Carrasco IJ, Márquez MC, Ventosa A. 2009. *Virgibacillus salinus* sp. nov., a moderately halophilic bacterium from sediment of a saline lake. Int J Syst Evol Microbiol, 59(12): 3068-3073. **No. 1-50-21**

Carrasco IJ, Márquez MC, Xue Y, Ma Y, Cowan DA, Jones BE, Grant WD, Ventosa A. 2007a. *Bacillus chagannorensis* sp. nov., a moderate halophile from a soda lake in Inner Mongolia, China. Int J Syst Evol Microbiol, 57: 2084-2088. **No. 1-1-44**

Carrasco IJ, Márquez MC, Xue Y, Ma Y, Cowan DA, Jones BE, Grant WD, Ventosa A. 2007b. *Salsuginibacillus kocurii* gen. nov., sp. nov., a moderately halophilic bacterium from soda-lake sediment. Int J Syst Evol Microbiol, 57(10): 2381-2386. **No. 1-40-2**

Carrasco IJ, Márquez MC, Xue Y, Ma Y, Cowan DA, Jones BE, Grant WD, Ventosa A. 2008. *Sediminibacillus halophilus* gen. nov., sp. nov., a moderately halophilic, Gram-positive bacterium from a hypersaline lake. Int J Syst Evol Microbiol, 58(8): 1961-1967. **No. 1-41-2**

Carrasco IJ, Márquez MC, Yanfen X, Ma Y, Cowan DA, Jones BE, Grant WD, Ventosa A. 2006. *Gracilibacillus orientalis* sp. nov., a novel moderately halophilic bacterium isolated from a salt lake in Inner Mongolia, China. Int J Syst Evol Microbiol, 56(3): 599-604. **No. 1-20-10**

Carro L, Flores-Félix JD, Cerda-Castillo E, Ramírez-Bahena MH, Igual JM, Tejedor C, Velázquez E, Peix A. 2013. *Paenibacillus endophyticus* sp. nov., isolated from nodules of *Cicer arietinum*. Int J Syst Evol Microbiol, 63(12): 4433-4438. **No. 3-57-48**

Carro L, Flores-Félix JD, Ramírez-Bahena MH, García-Fraile P, Martínez-Hidalgo P, Igual JM, Tejedor C, Peix A, Velázquez E. 2014. *Paenibacillus lupini* sp. nov., isolated from nodules of *Lupinus albus*. Int J Syst Evol Microbiol, 64(9): 3028-3033. **No. 3-57-85**

Cerritos R, Vinuesa P, Eguiarte LE, Herrera-Estrella L, Alcaraz-Peraza LD, Arvizu-Gómez JL, Olmedo G, Ramirez E, Siefert JL, Souza V. 2008. *Bacillus coahuilensis* sp. nov., a moderately halophilic species from a desiccation lagoon in the Cuatro Ciénegas Valley in Coahuila, Mexico. Int J Syst Evol Microbiol, 58: 919-923. **No. 1-1-53**

Chaiyanan S, Chaiyanan S, Maugel T, Huq A, Robb FT, Colwell RR. 1999. Polyphasic taxonomy of a novel *Halobacillus*, *Halobacillus thailandensis* sp. nov. isolated from fish sauce. Syst Appl Microbiol, 22(3): 360-365. **No. 1-22-18**

Chamroensaksri N, Tanasupawat S, Akaracharanya A, Visessanguan W, Kudo T, Itoh T. 2010. *Gracilibacillus thailandensis* sp. nov., from fermented fish(pla-ra). Int J Syst Evol Microbiol, 60(4): 944-948. **No. 1-20-13**

Chan JZ, Halachev MR, Loman NJ, Constantinidou C, Pallen MJ. 2012. Defining bacterial species in the genomic era: insights from the genus *Acinetobacter*. BMC Microbiol, 12(1): 302.

Chandna P, Mayilraj S, Kuhad RC. 2013. *Bacillus paraflexus* sp. nov., isolated from compost. Int J Syst Evol Microbiol, 63(12): 4735-4743. **No. 1-1-160**

Chang YH, Jung MY, Park IS, Oh HM. 2008. *Sporolactobacillus vineae* sp. nov., a spore-forming lactic acid bacterium isolated from vineyard soil. Int J Syst Evol Microbiol, 58(Pt 10): 2316-2320. **No. 5-68-8**

Cheesman DF. 1964. Varro and the small beasts: a bimillennium for microbiologists. Nature, 203, 911-912.

Chen YG, Cui XL, Fritze D, Chai LH, Schumann P, Wen ML, Wang YX, Xu LH, Jiang CL. 2008. *Virgibacillus kekensis* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from a salt lake in China. Int J Syst Evol Microbiol, 58(3): 647-653. **No. 1-50-11**

Chen YG, Cui XL, Wang YX, Zhang YQ, Tang SK, Li WJ, Liu ZX, Wen ML, Peng Q. 2009. *Virgibacillus sediminis* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from a salt lake in China. Int J Syst Evol Microbiol, 59(Pt 8): 2058-2063. **No. 1-50-22**

Chen YG, Cui XL, Zhang YQ, Li WJ, Wang YX, Xu LH, Peng Q, Wen ML, Jiang CL. 2008. *Gracilibacillus halophilus* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from saline soil. Int J Syst Evol Microbiol, 58(10): 2403-2408. **No. 1-20-5**

Chen YG, Cui XL, Zhang YQ, Li WJ, Wang YX, Xu LH, Peng Q, Wen ML, Jiang CL. 2008. *Gracilibacillus quinghaiensis* sp. nov., isolated from salt-lake sediment in the Qaidam Basin, north-west China. Syst Appl Microbiol, 31(3): 183-189. **No. 1-20-11**

Chen YG, Cui XL, Zhang YQ, Li WJ, Wang YX, Xu LH, Wen ML, Peng Q, Jiang CL. 2009. *Paraliobacillus quinghaiensis* sp. nov., isolated from salt-lake sediment in China. Int J Syst Evol Microbiol, 59(1): 28-33. **No. 1-32-1**

Chen YG, Gu FL, Li JH, Xu F, He SZ, Fang YM. 2015. *Bacillus vanillea* sp. nov., Isolated from the Cured Vanilla Bean. Curr Microbiol, 70(2): 235-239. **No. 1-1-216**

Chen YG, Hao DF, Chen QH, Zhang YQ, Liu JB, He JW, Tang SK, Li WJ. 2011. *Bacillus hunanensis* sp. nov., a slightly halophilic bacterium isolated from non-saline forest soil. Antonie van Leeuwenhoek, 99(3): 481-488. **No. 1-1-98**

Chen YG, Hu SP, Tang SK, He JW, Xiao JQ, Zhu HY, Li WJ. 2011. *Bacillus zhanjiangensis* sp. nov., isolated from an oyster in South China Sea. Antonie van Leeuwenhoek, 99(3): 473-480. **No. 1-1-225**

Chen YG, Liu ZX, Peng DJ, Zhang YQ, Wang YX, Tang SK, Li WJ, Cui XL, Liu YQ. 2009. *Virgibacillus litoralis* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from saline soil. Antonie van Leeuwenhoek, 96(3): 323-329. **No. 1-50-12**

Chen YG, Liu ZX, Zhang YQ, Zhang YX, Tang SK, Borrathybay E, Li WJ, Cui XL. 2009. *Halobacillus naozhouensis* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from a sea anemone. Antonie van Leeuwenhoek, 96(1): 99-107. **No. 1-22-13**

Chen YG, Peng DJ, Chen QH, Zhang YQ, Tang SK, Zhang DC, Peng QZ, Li WJ. 2010. *Jeotgalibacillus soli* sp. nov., isolated from non-saline forest soil, and emended description of the genus *Jeotgalibacillus*. Antonie van Leeuwenhoek, 98(3): 415-421. **No. 4-63-5**

Chen YG, Zhang L, Zhang YQ, He JW, Klenk HP, Tang SK, Zhang YX, Li WJ. 2011. *Bacillus nanhaiensis* sp. nov., isolated from an oyster. Int J Syst Evol Microbiol, 61(4): 888-893. **No. 1-17-6**

Chen YG, Zhang YQ, Chen QH, Klenk HP, He JW, Tang SK, Cui XL, Li WJ. 2011. *Bacillus xiaoxiensis* sp. nov., a slightly halophilic bacterium isolated from non-saline forest soil. Int J Syst Evol Microbiol, 61(9): 2095-2100. **No. 1-1-224**

Chen YG, Zhang YQ, He JW, Klenk HP, Xiao JQ, Zhu HY, Tang SK, Li WJ. 2011. *Bacillus hemicentroti* sp. nov., a moderate halophile isolated from a sea urchin. Int J Syst Evol Microbiol, 61: 2950-2955. **No. 1-1-91**

Chen YG, Zhang YQ, Liu ZX, Zhuang DC, Klenk HP, Tang SK, Cui XL, Li WJ. 2009. *Halobacillus salsuginis* sp. nov., a moderately halophilic bacterium from a subterranean brine. Int J Syst Evol Microbiol, 59(10): 2505-2509. **No. 1-22-16**

Chen YG, Zhang YQ, Wang YX, Liu ZX, Klenk HP, Xiao HD, Tang SK, Cui XL, Li WJ. 2009. *Bacillus neizhouensis* sp. nov., a halophilic marine bacterium isolated from a sea anemone. Int J Syst Evol Microbiol, 59(12): 3035-3039. **No. 1-1-146**

Chen YG, Zhang YQ, Xiao HD, Liu ZX, Yi LB, Shi JX, Zhi XY, Cui XL, Li WJ. 2009. *Pontibacillus halophilus* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from a sea urchin. Int J Syst Evol Microbiol, 59(7): 1635-1639. **No. 1-35-2**

Chen YG, Zhang YQ, Yi LB, Li ZY, Wang YX, Xiao HD, Chen QH, Cui XL, Li WJ. 2010. *Pontibacillus litoralis* sp. nov., a facultatively anaerobic bacterium isolated from a sea anemone, and emended description of the genus *Pontibacillus*. Int J Syst Evol Microbiol, 60(3): 560-565. **No. 1-35-3**

Cheshire FR, Cheyne WW. 1885. The pathogenic history and history under cultivation of a new *Bacillus*(*B. alvei*), the cause of a disease of the hive bee hitherto known as foul brood. Journal of the Royal Microscopic Society, Series II, 5: 581-601. **No. 3-57-8**

Cho SL, Jung MY, Park MH, Kim W. 2010. *Bacillus chungangensis* sp. nov., a halophilic species isolated from sea sand. Int J Syst Evol Microbiol, 60: 1349-1352. **No. 1-1-46**

Choi JH, Cha CJ. 2014. *Bacillus panacisoli* sp. nov., isolated from ginseng soil. Int J Syst Evol Microbiol, 64(3): 901-906. **No. 1-1-158**

Choi JH, Im WT, Yoo JS, Lee SM, Moon DS, Kim HJ, Rhee SK, Roh DH. 2008. *Paenibacillus donghaensis* sp. nov., a xylan-degrading and nitrogen-fixing bacterium isolated from East Sea sediment. J Microbiol Biotechnol, 18(2): 189-193. **No. 3-57-42**

Choi MJ, Bae JY, Kim KY, Kang H, Cha CJ. 2010. *Brevibacillus fluminis* sp. nov., isolated from sediment of estuarine wetland. Int J Syst Evol Microbiol, 60(7): 1595-1599. **No. 3-59-7**

Chou JH, Chou YJ, Lin KY, Sheu SY, Sheu DS, Arun AB, Young CC, Chen WM. 2007. *Paenibacillus fonticola* sp. nov., isolated from a warm spring. Int J Syst Evol Microbiol, 57(6): 1346-1350. **No. 3-57-52**

Chou JH, Lee JH, Lin MC, Chang PS, Arun AB, Young CC, Chen WM. 2009. *Paenibacillus contaminans* sp. nov., isolated from a contaminated laboratory plate. Int J Syst Evol Microbiol, 59(1): 125-129. **No. 3-57-34**

Chung YR, Kim CH, Hwang I, Chun J. 2000. *Paenibacillus koreensis* sp. nov., a new species that produces an iturin-like antifungal compound. Int J Syst Evol Microbiol, 50(4): 1495-1500. **No. 3-57-77**

Cihan AC, Cokmus C, Koc M, Ozcan B. 2014. *Anoxybacillus calidus* sp. nov., a thermophilic bacterium isolated from soil near a thermal power plant. Int J Syst Evol Microbiol, 64(1): 211-219. **No. 1-8-5**

Cihan AC, Koc M, Ozcan B, Tekin N, Cokmus C. 2014. *Thermolongibacillus altinsuensis* gen. nov., sp. nov. and *Thermolongibacillus kozakliensis* sp. nov., aerobic, thermophilic, long bacilli isolated from hot springs. Int J Syst Evol Microbiol, 64(1): 187-197. **No. 1-49-1 and No. 1-49-2**

Cihan AC, Ozcan B, Cokmus C. 2010. *Anoxybacillus salavatliensis* sp. nov., an α-glucosidase producing, thermophilic bacterium isolated from Salavatli, Turkey. J Basic Microbiol, 50(2): 1-11. **No. 1-8-16**

Cihan AC, Ozcan B, Tekin N, Cokmus C. 2011. *Geobacillus thermodenitrificans* subsp. *calidus*, subsp. nov., a thermophilic and α-glucosidase producing bacterium isolated from Kizilcahamam, Turkey. J Gen Appl Microbiol, 57(2): 83-92. **No. 1-19-11**

Claus D, Fahmy F, Rolf HJ, Tosunoglu N. 1983. *Sporosarcina halophila* sp. nov., an Obligate, Slightly Halophilic Bacterium from Salt Marsh Soils. Syst Appl Microbiol, 4(4): 496-506. **No. 1-22-6**

Clausen V, Jones JG, Stackebrandt E. 1985. 16S ribosomal RNA analysis of *Filibacter limicola* indicates a close relationship to the genus *Bacillus*. J Gen Microbiol, 131(10): 2659-2663.

Cohn F. 1872. Untersuchungen über Bakterien. Beitrage zur Biologie der Pflanzen, 1875 1(Heft 2), 1: 127-224. **No. 1-1-21**

Cohn F. 1872. Untersuchungen über Bakterien. Beitrage zur Biologie der Pflanzen, 1872, 1(Heft 2): 127-224. **No. 1-1-198**

Collins MD, Lawson PA, Willems A, Cordoba JJ, Fernandez-Garayzabal J, Garcia P, Cai J, Hippe H, Farrow JA. 1994. The phylogeny of the genus *Clostridium*: proposal of five new genera and eleven new species combinations. Int J Syst Bacteriol, 44(4): 812-826. **No. 3-57-44**

Comas I, Moya A, González-Candelas F. 2007. From phylogenetics to phylogenomics: the evolutionary relationships of insect endosymbiotic γ-Proteobacteria as a test case. Syst Biol, 56(1): 1-16.

Combet-Blanc Y, Ollivier B, Streicher C, Patel BK, Dwivedi PP, Pot B, Prensier G, Garcia JL. 1995. *Bacillus thermoamylovorans* sp. nov., a moderately thermophilic and amylolytic bacterium. Int J Syst Bacteriol, 45(1): 9-16. **No. 1-1-202**

Coorevits A, Dinsdale AE, Halket G, Lebbe L, de Vos P, van Landschoot A, Logan NA. 2012. Taxonomic revision of the genus *Geobacillus*: emendation of *Geobacillus*, *G. stearothermophilus*, *G. jurassicus*, *G. toebii*, *G. thermodenitrificans* and *G. thermoglucosidans*(nom. corrig., formerly '*thermoglucosidasius*'); transfer of *Bacillus thermantarcticus* to the genus as *G. thermantarcticus* comb. nov.; proposal of *Caldibacillus debilis* gen. nov., comb. nov.; transfer of *G. tepidamans* to *Anoxybacillus* as *A. tepidamans* comb. nov.; and proposal of *Anoxybacillus caldiproteolyticus* sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 62: 1470-1485. **No. 1-8-4, No. 1-8-19, No. 1-12-1 and No. 1-19-9**

Coorevits A, Dinsdale AE, Heyrman J, Schumann P, van Landschoot A, Logan NA, de Vos P. 2012. *Lysinibacillus macroides* sp. nov., nom. rev. Int J Syst Evol Microbiol, 62(5): 1121-1127. **No. 1-27-7**

Coorevits A, Logan NA, Dinsdale AE, Halket G, Scheldeman P, Heyndrickx M, Schumann P, van Landschoot A, de Vos P. 2011. *Bacillus thermolactis* sp. nov., isolated from dairy farms, and emended description of *Bacillus thermoamylovorans*. Int J Syst Evol Microbiol, 61(8): 1954-1961. **No. 1-1-205**

Cunha S, Tiago I, Paiva G, Nobre F, da Costa MS, Veríssimo A. 2012. *Jeotgalibacillus soli* sp. nov., a Gram-stain-positive bacterium isolated from soil. Int J Syst Evol Microbiol, 62(Pt 3): 608-612. **No. 4-63-6**

Daane LL, Harjono I, Barns SM, Launen LA, Palleron NJ, Häggblom MM. 2002. PAH-degradation by *Paenibacillus* spp. and description of *Paenibacillus naphthalenovorans* sp. nov., a naphthalene-degrading bacterium from the rhizosphere of salt marsh plants. Int J Syst Evol Microbiol, 52(1): 131-139. **No. 3-57-96**

Dai J, Liu Y, Lei Y, Gao Y, Han F, Xiao Y, Peng H. 2011. A new subspecies of *Anoxybacillus flavithermus* ssp. *yunnanensis* ssp. nov. with very high ethanol tolerance. FEMS Microbiol Lett, 320(1): 72-78. **No. 1-8-8**

Darland G, Brock TD. 1971. *Bacillus acidocaldarius* sp. nov., an acidophilic thermophilic spore-forming bacterium. J Gen Bacteriol, 67: 9-15. **No. 2-52-2**

Dasman, Kajiyama S, Kawasaki H, Yagi M, Seki T, Fukusaki E, Kobayashi A. 2002. *Paenibacillus glycanilyticus* sp. nov., a novel species that degrades heteropolysaccharide produced by the cyanobacterium Nostoc commune. Int J Syst Evol Microbiol, 52(5): 1669-1674. **No. 3-57-60**

Dastager SG, Mawlankar R, Srinivasan K, Tang SK, Lee JC, Ramana VV, Shouche YS. 2014. *Fictibacillus enclensis* sp. nov., isolated from marine sediment. Antonie van Leeuwenhoek, 105(3): 461-469. **No. 1-17-3**

Dastager SG, Mawlankar R, Tang SK, Srinivasan K, Ramana VV, Shouche YS. 2014. *Bacillus enclensis* sp. nov., isolated from sediment sample. Antonie van Leeuwenhoek, 105(1): 199-206. **No. 1-1-64**

Dawyndt P, Vancanneyt M, Snauwaert C, de Baets B, de Meyer H, Swings J. 2006. Mining fatty acid databases for detection of novel compounds in aerobic bacteria. J Microbiol Methods, 66(3): 410-433.

de Bary A. 1884. Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bacterien. Wilhelm Engelmann, Leipzig. **No. 1-1-135**

de Clerck E, Rodriguez-Diaz M, Forsyth G, Lebbe L, Logan NA, de Vos P. 2004. Polyphasic characterization of *Bacillus coagulans* strains, illustrating heterogeneity within this species, and emended description of the species. Syst Appl Microbiol, 27: 50-60. **No. 1-1-52**

de Clerck E, Rodríguez-Díaz M, Vanhoutte T, Heyrman J, Logan NA, de Vos P. 2004. *Anoxybacillus contaminans* sp. nov. and *Bacillus gelatini* sp. nov., isolated from contaminated gelatin batches. Int J Syst Evol Microbiol, 54(3): 941-946. **No. 1-8-6 and No. 1-17-4**

de Ley J, Cattoir H, Cattoir R, Reynaert A. 1970. The quantitative measurement of DNA hybridization from renaturation rates. Eur J Biochem, 12: 133-142.

de Vos P, Garrity GM, Jones D, Krieg NR, Ludwig W, Rainey FA, Schleifer KH, Whitman WB. 2009. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology(second edition)Volume 3 : The Firmicutes. Springer Dordrecht Heidelberg London New York.

Deep K, Poddar A, Das SK. 2013. *Anoxybacillus suryakundensis* sp. nov, a moderately thermophilic, alkalitolerant bacterium isolated from hot spring at Jharkhand, India. PLoS One, 8(12): e85493. **No. 1-8-17**

Deinhard G, Blanz P, Poralla K, Alton E. 1987. *Bacillus acidoterrestris* sp. nov., a new thermotolerant acidophile isolated from different soils. Syst Appl Microbiol, 10: 47-53. **No. 2-52-3**

Deinhard G, Saar J, Krischke W, Poralla K. 1987. *Bacillus cycloheptanicus* sp. nov., a new thermoacidophile containing ω-cycloheptane fatty acids. Syst Appl Microbiol, 10: 68-73. **No. 2-52-7**

Deloger M, El Karoui M, Petit MA. 2009. A genomic distance based on MUM indicates discontinuity between most bacterial species and genera. J Bacteriol, 191(1): 91-99.

Demharter W, Hensel R. 1989. *Bacillus thermocloaceae* sp. nov., a new thermophilic species from sewage sludge. Syst Appl Microbiol, 11: 272-276. **No. 1-1-203**

den Dooren, de Jong LE. 1929. Über *Bacillus fastidiosus*. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene. Abteilung II, 79: 344-353. **No. 1-1-68**

Denariaz G, Payne WJ, Le Gall J. 1989. A halophilic denitrifier, *Bacillus halodenitrificans* sp. nov. Int J Syst Bacteriol, 39: 145-151. **No. 1-50-8**

Denizci AA, Kazan D, Erarslan A. 2010. *Bacillus marmarensis* sp. nov., an alkaliphilic, protease-producing bacterium isolated from mushroom compost. Int J Syst Evol Microbiol, 60(7): 1590-1594. **No. 1-1-130**

Derekova A, Sjøholm C, Mandeva R, Kambourova M. 2007. *Anoxybacillus rupiensis* sp. nov., a novel thermophilic bacterium isolated from Rupi basin(Bulgaria). Extremophiles, 11(4): 577-583. **No. 1-8-15**

Dettmer K, Aronov PA, Hammock BD. 2007. Mass spectrometry-based metabolomics. Mass Spectrom Rev, 26(1): 51-78.

Didari M, Amoozegar MA, Bagheri M, Mehrshad M, Schumann P, Spröer C, Sánchez-Porro C, Ventosa A. 2013. *Bacillus persicus* sp. nov., a halophilic bacterium from a hypersaline lake. Int J Syst Evol Microbiol, 63(4): 1229-1234. **No. 1-1-162**

Didari M, Amoozegar MA, Bagheri M, Schumann P, Spröer C, Sánchez-Porro C, Ventosa A. 2012. *Alteribacillus bidgolensis* gen. nov., sp. nov., a moderately halophilic bacterium from a hypersaline lake, and reclassification of *Bacillus persepolensis* as *Alteribacillus persepolensis* comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 62(11): 2691-2697. **No. 1-5-1 and No. 1-5-2**

Dinsdale AE, Halket G, Coorevits A, van Landschoot A, Busse HJ, de Vos P, Logan NA. 2011. Emended descriptions of *Geobacillus thermoleovorans* and *Geobacillus thermocatenulatus*. Int J Syst Evol Microbiol, 61(8): 1802-1810. **No. 1-19-10 and No. 1-19-13**

Diogo A, António VS, Fernanda NM, da Costa MS. 1999. Usefulness of fatty acid composition for differentiation of *Legionella* species. J Clin Microbiol, 37(7): 2248-2254.

do Nascimento NC, Santos AP, Guimaraes AM, Sanmiguel PJ, Messick JB. 2012. *Mycoplasma haemocanis*—the canine hemoplasma and its feline counterpart in the genomic era. Veterinary Research, 43(1): 1-9.

Dong K, Lee S. 2011. *Bacillus kyonggiensis* sp. nov., isolated from soil of a lettuce field. J Microbiol, 49(5): 776-781. **No. 1-1-115**

Donk PJ. 1920. A highly resistant thermophilic organism. J Bacteriol, 5: 373-374. **No. 1-19-7**

Drews G. 2000. The roots of microbiology and the influence of Ferdinand Cohn on microbiology of the 19th century. FEMS Microbiol Rev, 24(3): 225-249.

Dsouza M, Taylor MW, Ryan J, MacKenzie A, Lagutin K, Anderson RF, Turner SJ, Aislabie J. 2014. *Paenibacillus darwinianus* sp. nov., isolated from gamma-irradiated Antarctic soil. Int J Syst Evol Microbiol, 64(4): 1406-1411. **No. 3-57-39**

Duan YQ, He ST, Li QQ, Wang MF, Wang WY, Zhe W, Cao YH, Mo MH, Zhai YL, Li WJ. 2013. *Lysinibacillus tabacifolii* sp. nov., a novel endophytic bacterium isolated from *Nicotiana tabacum* leaves. J Microbiol, 51(3): 289-294. **No. 1-27-17**

Dufresne S, Bousquet J, Boissinot M, Guay R. 1996. *Sulfobacillus disulfidooxidans* sp. nov., a new acidophilic, disulfide-oxidizing, gram-positive, spore-forming bacterium. Int J Syst Bacteriol, 46(4): 1056-1064. **No. 2-52-8**

Dulger S, Demirbag Z, Belduz AO. 2004. *Anoxybacillus ayderensis* sp. nov. and *Anoxybacillus kestanbolensis* sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 54(5): 1499-1503. **No. 1-8-2 and No. 1-8-12**

Dutky SR. 1940. Two new spore-forming bacteria causing milky diseases of Japanese beetle larvae. J Agric Res, 61: 57-68. **No. 3-57-83 and No. 3-57-113**

Echigo A, Fukushima T, Mizuki T, Kamekura M, Usami R. 2007. *Halalkalibacillus halophilus* gen. nov., sp. nov., a novel moderately halophilic and alkaliphilic bacterium isolated from a non-saline soil sample in Japan. Int J Syst Evol Microbiol, 57(5): 1081-1085. **No. 1-21-1**

Echigo A, Minegishi H, Shimane Y, Kamekura M, Usami R. 2012. *Natribacillus halophilus* gen. nov., sp. nov., a moderately halophilic and alkalitolerant bacterium isolated from soil. Int J Syst Evol Microbiol, 62(2): 289-294. **No. 1-28-1**

Ehrenberg CG. 1835. Dritter Beitrag zur Erkenntniss grosser Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes. Physikalische Abhandlungen der Koeniglichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus den Jahren 1833-1835: 143-336. **No. 1-1-198**

Ehrhardt CJ, Chu V, Brown TC, Simmons TL, Swan BK, Bannan J, Robertson JM. 2010. Use of fatty acid methyl ester profiles for discrimination of *Bacillus cereus* T-strain spores grown on different media. Appl Environ Microbiol, 76(6): 1902-1912.

Elo S, Suominen I, Kämpfer P, Juhanoja J, Salkinoja-Salonen M, Haahtela K. 2001. *Paenibacillus borealis* sp. nov., a nitrogen-fixing species isolated from spruce forest humus in Finland. Int J Syst Evol Microbiol, 51(2): 535-545. **No. 3-57-19**

Enright MR, McInerney JO, Griffin CT. 2003. Characterization of endospore-forming bacteria associated with entomopathogenic nematodes, *Heterorhabditis* spp., and description of *Paenibacillus nematophilus* sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 53(2): 435-441. **No. 3-57-97**

Felsenstein J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. Evol, 40: 783-791.

Flores-Félix JD, Mulas R, Ramírez-Bahena MH, Cuesta MJ, Rivas R, Brañas J, Mulas D, González-Andrés F, Peix A, Velázquez E. 2014. *Fontibacillus phaseoli* sp. nov. isolated from *Phaseolus vulgaris* nodules. Antonie van Leeuwenhoek, 05(1): 23-28. **No. 3-60-3**

Flügge C. 1886. Die Mikroorganismen, F.C.W. Vogel, Leipzig. **No. 1-1-143**

Fortina MG, Mora D, Schumann P, Parini C, Manachini PL, Stackebrandt E. 2001. Reclassification of *Saccharococcus caldoxylosilyticus*as *Geobacillus caldoxylosilyticus*(Ahmad et al. 2000)comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 51(6): 2063-2071. **No. 1-19-1**

Fortina MG, Pukall R, Schumann P, Mora D, Parini C, Manachini PL, Stackebrandt E. 2001. *Ureibacillus* gen. nov., a new genus to accommodate *Bacillus thermosphaericus(*Andersson et al. 1995), emendation of *Ureibacillus thermosphaericus* and description of *Ureibacillus terrenus* sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 51(Pt 2): 447-455. **No. 4-66-4 and No. 4-66-6**

Fox GE, Magrum LJ, Balch WE, Wolfe RS, Woese CR. 1977. Classification of methanogenic bacteria by 16S ribosomal RNA characterization. Proc Natl Acad Sci U S A, 74(10): 4537-4541.

Fox KF, Wunschela DS, Fox A, et al. 1998. Complementarity of GC-MS and LC-MS analyses for determination of carbohydrate profiles of vegetative cells and spores of bacilli. J Microbiol Methods, 33(1): 1-11.

Frachon E, Hamon S, Nicolas L, de Barjac H. 1991. Cellular fatty acid analysis as a potential tool for predicting mosquitocidal activity of *Bacillus sphaericus* strains. Appl Environ Microbiol, 57(11): 3394-3398.

Frankland GC, Frankland PF. 1887. Studies on some new microorganisms obtained from air. Royal Society London,

Philosophical Transactions, Series B, Biological Sciences, 178: 257-287. **No. 1-1-43**

Fritze D, Pukall R. 2001. Reclassification of bioindicator strains *Bacillus subtilis* DSM 675 and *Bacillus subtilis* DSM 2277 as *Bacillus atrophaeus*. Int J Syst Evol Microbiol, 51: 35-37. **No. 1-1-25**

Fritze D. 1996. *Bacillus haloalkaliphilus* sp. nov. Int J Syst Bacteriol, 46: 98-101. **No. 1-3-4**

Fujita R, Mochida K, Kato Y, Goto K. 2010. *Sporolactobacillus putidus* sp. nov., an endospore-forming lactic acid bacterium isolated from spoiled orange juice. Int J Syst Evol Microbiol, 60(7): 1499-1503. **No. 5-68-6**

Fujita T, Shida O, Takagi H, Kunugita K, Pankrushina AN, Matsuhashi M. 1996. Description of *Bacillus carboniphilus* sp. nov. Int J Syst Bacteriol, 46: 116-118. **No. 1-1-40**

Gao M, Liu ZZ, Zhou YG, Liu HC, Ma YC, Wang L, Chen SF, Ji XC. 2012. *Gracilibacillus kekensis* sp. nov., a moderate halophile isolated from Keke Salt Lake. Int J Syst Evol Microbiol, 62(5): 1032-1036. **No. 1-20-7**

Gao M, Xie LQ, Wang YX, Chen J, Xu J, Zhang XX, Sui XH, Gao JL, Sun JG. 2012. *Paenibacillus beijingensis* sp. nov., a novel nitrogen-fixing species isolated from jujube garden soil. Antonie van Leeuwenhoek, 102(4): 689-694. **No. 3-57-17**

Garabito MJ, Arahal DR, Mellado E, Márquez MC, Ventosa A. 1997. *Bacillus salexigens* sp. nov., a new moderately halophilic *Bacillus* species. Int J Syst Bacteriol, 47(3): 735-741. **No. 1-50-20**

García MT, Gallego V, Ventosa A, Mellado E. 2005. *Thalassobacillus devorans* gen. nov., sp. nov., a moderately halophilic, phenol-degrading, Gram-positive bacterium. Int J Syst Evol Microbiol, 55(5): 1789-1795. **No. 1-48-2**

Garrity G, Brenner DJ, Krieg NR, Staley JT. 2005. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, seconded. NewYork: Springer-Verlag.

Gartner A, Blumel M, Wiese J, Imhoff JF. 2011. Isolation and characterisation of bacteria from the Eastern Mediterranean deep sea. Antonie van Leeuwenhoek, 100(3): 421-435.

Gatson JW, Benz BF, Chandrasekaran C, Satomi M, Venkateswaran K, Hart ME. 2006. *Bacillus tequilensis* sp. nov., isolated from a 2000-year-old Mexican shaft-tomb, is closely related to *Bacillus subtilis*. Int J Syst Evol Microbiol, 56(7): 1475-1484. **No. 1-1-200**

Genersch E, Forsgren E, Pentikäinen J, Ashiralieva A, Rauch S, Kilwinski J, Fries I. 2006. Reclassification of *Paenibacillus larvae* subsp. *pulvifaciens* and *Paenibacillus larvae* subsp. *larvae* as *Paenibacillus larvae* without subspecies differentiation. Int J Syst Evol Microbiol, 56(3): 501-511. **No. 3-57-80**

Gevers D, Cohan FM, Lawrence JG, Spratt BG, Coenye T, Feil EJ, Stackebrandt E, van de Peer Y, Vandamme P, & other authors. 2005. Opinion: re-evaluating prokaryotic species. Nat Rev Microbiol, 3: 733-739.

Ghosh A, Bhardwaj M, Satyanarayana T, Khurana M, Mayilraj S, Jain RK. 2007. *Bacillus lehensis* sp. nov., an alkalitolerant bacterium isolated from soil. Int J Syst Evol Microbiol, 57: 238-242. **No. 1-1-116**

Gibson T. 1935. The urea-decomposing microflora of soils. I. Description and classification of the organisms. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene. Abteilung II, 92: 364-380. **No. 1-1-117**

Glaeser SP, Dott W, Busse HJ, Kämpfer P. 2013. *Fictibacillus phosphorivorans* gen. nov., sp. nov. and proposal to reclassify *Bacillus arsenicus*, *Bacillus barbaricus*, *Bacillus macauensis*, *Bacillus nanhaiensis*, *Bacillus rigui*, *Bacillus solisalsi* and *Bacillus gelatini* in the genus *Fictibacillus*. Int J Syst Evol Microbiol, 63(8): 2934-2944. **No. 1-17-1, No. 1-17-2, No. 1-17-4, No. 1-17-5, No. 1-17-6, No. 1-17-7, No. 1-17-8 and No. 1-17-9**

Glaeser SP, Falsen E, Busse HJ, Kämpfer P. 2013. *Paenibacillus vulneris* sp. nov., isolated from a necrotic wound. Int J Syst Evol Microbiol, 63(2): 777-782. **No. 3-57-166**

Glaeser SP, Falsen E, Martin K, Kämpfer P. 2013. *Alicyclobacillus consociatus* sp. nov., isolated from a human clinical specimen. Int J Syst Evol Microbiol, 63(10): 3623-3627. **No. 2-53-1**

Glaeser SP, McInroy JA, Busse HJ, Kämpfer P. 2014. *Pseudogracilibacillus auburnensis* gen. nov., sp. nov., isolated from the rhizosphere of Zea mays. Int J Syst Evol Microbiol, 64(7): 2442-2448. **No. 1-36-1**

Glazunova OO, Raoult D, Roux V. 2006. *Bacillus massiliensis* sp. nov., isolated from cerebrospinal fluid. Int J Syst Evol Microbiol, 56(7): 1485-1488. **No. 1-27-10**

Golovacheva RS, Karavaiko GI. 1978. *Sulfobacillus*, a new genus of thermophilic sporeforming bacteria. Mikrobiologiya, 47: 815-822(in Russian). **No. 2-54-4**

Golovacheva RS, Loginova LG, Salikhov TA, Kolesnikov AA, Zaĭtseva GN. 1975. A new thermophilic species *Bacillus thermocatenulatus* nov. sp. Mikrobiologiya, 44(2): 265-268. **No. 1-19-10**

Gonzalez JM, Saiz-Jimenez C. 2002. A fluorimetric method for the estimation of G+C mol% content in microorganisms by thermal denaturation temperature. Environ Microbiol, 4(11): 770-773.

Gonzalez JM, Saiz-Jimenez C. 2005. A simple fluorimetric method for the estimation of DNA-DNA relatedness between closely related microorganisms by thermal denaturation temperatures. Extremophiles, 9: 75-79.

Gordon RE, Haynes WC, Pang CHN. 1973. The genus *Bacillus*. Agriculture Handbook no. 427. United States Department of Agriculture, Washington, D.C.

Gordon RE. 1981. One hundred years with the genus *Bacillus*. *In*: Berkeley, Goodfellow(Editors). Classification and Identification of the Aerobic Endospore-forming Bacteria. London: Academic Press.

Goris J, Konstantinidis KT, Klappenbach JA, Coenye T, Vandamme P, Tiedje JM. 2007. DNA-DNA hybridization values

and their relationship to whole—genome sequence similarities. Int J Syst Evol Microbiol, 57: 81-91.

Goto K, Fujita R, Kato Y, Asahara M, Yokota A. 2004. Reclassification of *Brevibacillus brevis* strains NCIMB 13288 and DSM 6472(= NRRL NRS-887)as *Aneurinibacillus danicus* sp. nov. and *Brevibacillus limnophilus* sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 54(2): 419-427. **No. 3-58-2 and No. 3-59-14**

Goto K, Matsubara H, Mochida K, Matsumura T, Hara Y, Niwa M, Yamasato K. 2002. *Alicyclobacillus herbarius* sp. nov., a novel bacterium containing ω-cycloheptane fatty acids, isolated from herbal tea. Int J Syst Evol Microbiol, 52(1): 109-113. **No. 2-52-11**

Goto K, Mochida K, Asahara M, Suzuki M, Kasai H, Yokota A. 2003. *Alicyclobacillus pomorum* sp. nov., a novel thermo-acidophilic, endospore-forming bacterium that does not possess ω-alicyclic fatty acids, and emended description of the genus *Alicyclobacillus*. Int J Syst Evol Microbiol, 53(5): 1537-1544. **No. 2-52-15**

Goto K, Mochida K, Kato Y, Asahara M, Fujita R, An SY, Kasai H, Yokota A. 2007. Proposal of six species of moderately thermophilic, acidophilic, endospore-forming bacteria: *Alicyclobacillus contaminans* sp. nov., *Alicyclobacillus fastidiosus* sp. nov., *Alicyclobacillus kakegawensis* sp. nov., *Alicyclobacillus macrosporangiidus* sp. nov., *Alicyclobacillus sacchari* sp. nov. and *Alicyclobacillus shizuokensis* sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 57(6): 1276-1285. **No. 2-52-6, No. 2-52-9, No. 2-52-13, No. 2-52-14, No. 2-52-16 and No. 2-52-18**

Gregersen T. 1978. Rapid method for distinction of Gram-negative from Gram-positive bacteria. Eur J Appl Microbiol Biotechnol, 5: 123-127.

Gugliandolo C, Maugeri TL, Caccamo D, Stackebrandt E. 2003. *Bacillus aeolius* sp. nov. a novel thermophilic, halophilic marine *Bacillus* species from Eolian Islands(Italy). Syst Appl Microbiol, 26(2): 172-176. **No. 1-1-5**

Guinebretière MH, Auger S, Galleron N, Contzen M, de Sarrau B, de Buyser ML, Lamberet G, Fagerlund A, Granum PE, Lereclus D, de Vos P, Nguyen-The C, Sorokin A. 2013. *Bacillus cytotoxicus* sp. nov. is a novel thermotolerant species of the *Bacillus cereus* Group occasionally associated with food poisoning. Int J Syst Evol Microbiol, 63: 31-40. **No. 1-1-56**

Guo X, You XY, Liu LJ, Zhang JY, Liu SJ, Jiang CY. 2009. *Alicyclobacillus aeris* sp. nov., a novel ferrous-and sulfur-oxidizing bacterium isolated from a copper mine. Int J Syst Evol Microbiol, 59(10): 2415-2420. **No. 2-52-4**

Guo XQ, Gu JY, Yu YJ, Zhang WB, He LY, Sheng XF. 2014. *Paenibacillus susongensis* sp. nov., a mineral-weathering bacterium. Int J Syst Evol Microbiol, 64(12): 3958-3963. **No. 3-57-142**

Guo Y, Ge S. 2005. Molecular phylogeny of *Oryzeae*(Poaceae)based on DNA sequences from chloroplast, mitochondrial, and nuclear genomes. Am J Bot, 92(9): 1548-1558.

Hammer BW. 1915. Bacteriological studies on the coagulation of evaporated milk. Iowa Agricultural Experimental Station Research Bulletin, 19: 119-131. **No. 1-1-52**

Han L, Yang G, Zhou X, Yang D, Hu P, Lu Q, Zhou S. 2013. *Bacillus thermocopriae* sp. nov., isolated from a compost. Int J Syst Evol Microbiol, 63(8): 3024-3029. **No. 1-1-204**

Han Y, Chen F, Li N, Zhu B, Li X. 2010. *Bacillus marcorestinctum* sp. nov., a novel soil acylhomoserine lactone quorum-sensing signal quenching bacterium. Int J Mol Sci, 11(2): 507-520.

Harayama S, Kasai H. 2006. Bacterial phylogeny reconstruction from molecular sequences. *In*: Stackebrandt. E. Molecular Identification, Systematics, and Population Structure of Prokaryotes. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag: 105-140.

Harris H. 1999. The Birth of the Cell. New Haven, CT: Yale University Press.

Hatayama K, Shoun H, Ueda Y, Nakamura A. 2006. *Tuberibacillus calidus* gen. nov., sp. nov., isolated from a compost pile and reclassification of *Bacillus naganoensis* Tomimura et al. 1990 as *Pullulanibacillus naganoensis* gen. nov., comb. nov. and *Bacillus laevolacticus*Andersch et al. 1994 as *Sporolactobacillus laevolacticus* comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 56(11): 2545-2551. **No. 5-68-4, No. 5-69-1and No. 5-71-1**

Hatayama K, Shoun H, Ueda Y, Nakamura A. 2014. *Brevibacillus fulvus* sp. nov., isolated from a compost pile. Int J Syst Evol Microbiol, 64(2): 506-512. **No. 3-59-9**

Henz SR, Huson DH, Auch AF, Nieselt-Struwe K, Schuster SC. 2005. Whole-genome prokaryotic phylogeny. Bioinformatics, 21(10): 2329-2335.

Her J, Kim J. 2013. *Rummeliibacillus suwonensis* sp. nov., isolated from soil collected in a mountain area of South Korea. J Microbiol, 51(2): 268-272. **No. 4-64-3**

Heyndrickx M, Coorevits A, Scheldeman P, Lebbe L, Schumann P, Rodríguez-Diaz M, Forsyth G, Dinsdale A, Heyrman J, Logan NA, de Vos P. 2012. Emended descriptions of *Bacillus sporothermodurans* and *Bacillus oleronius* with the inclusion of dairy farm isolates of both species. Int J Syst Evol Microbiol, 62(2): 307-314. **No. 1-1-154 and No. 1-1-195**

Heyndrickx M, Lebbe L, Kersters K, de Vos P, Forsyth G, Logan NA. 1998. *Virgibacillus*: a new genus to accommodate *Bacillus pantothenticus(*Proom and Knight 1950). Emended description of *Virgibacillus pantothenticus*. Int J Syst Bacteriol, 48: 99-106. **No. 1-50-17**

Heyndrickx M, Lebbe L, Kersters K, Hoste B, de Wachter R, de Vos P, Forsyth G, Logan NA. 1999. Proposal of *Virgibacillus proomii* sp. nov. and emended description of *Virgibacillus pantothenticus*(Proom and Knight 1950)Heyndrickx et al. 1998. Int J Syst Bacteriol, 49(3): 1083-1090. **No. 1-50-18**

Heyndrickx M, Lebbe L, Vancanneyt M, Kersters K, de Vos P, Logan NA, Forsyth G, Nazli S, Ali N, Berkeley RCW. 1997. A polyphasic reassessment of the genus *Aneurinibacillus*, reclassification of *Bacillus thermoaerophilus*(Meier-Stauffer et al. 1996)as *Aneurinibacillus thermoaerophilus* comb. nov., and emended descriptions of *A. aneurinilyticus* corrig., and *A. migulanus*, and *A. thermoaerophilus*. Int J Syst Bacteriol, 47: 808-817. **No. 3-58-1, No. 3-58-3 and No. 3-58-6**

Heyndrickx M, Logan NA, Lebbe L, Rodríguez-Díaz M, Forsyth G, Goris J, Scheldeman P, de Vos P. 2004. *Bacillus galactosidilyticus* sp. nov., an alkali-tolerant β-galactosidase producer. Int J Syst Evol Microbiol, 54: 617-621. **No. 1-1-78**

Heyndrickx M, Scheldeman P, Forsyth G, Lebbe L, Rodríguez-Díaz M, Logan NA, de Vos P. 2005. *Bacillus ruris* sp. nov., from dairy farms. Int J Syst Evol Microbiol, 55(6): 2551-2554. **No. 1-1-176**

Heyndrickx M, Vandemeulebroecke K, Hoste B, Janssen P, Kersters K, de Vos P, Logan NA, Ali N, Berkeley RC. 1996. Reclassification of *Paenibacillus*(formerly *Bacillus*)*pulvifaciens*(Nakamura 1984)Ash et al. 1994, a later subjective synonym of *Paenibacillus*(formerly *Bacillus*)*larvae*(White 1906)Ash et al. 1994, as a subspecies of *P. larvae*, with emended descriptions of *P. larvae* as *P. larvae* subsp. *larvae* and *P. larvae* subsp. *pulvifaciens*. Int J Syst Bacteriol, 46(1): 270-279. **No. 3-57-80**

Heyndrickx M, Vandemeulebroecke K, Scheldeman P, Hoste B, Kersters K, de Vos P, Logan NA, Aziz AM, Ali N, Berkeley RC. 1995. *Paenibacillus*(formerly *Bacillus*)*gordonae*(Pichinoty et al. 1986)Ash et al. 1994 is a later subjective synonym of *Paenibacillus*(formerly *Bacillus*)*validus*(Nakamura 1984)Ash et al. 1994: emended description of *P. validus*. Int J Syst Bacteriol, 45(4): 661-669. **No. 3-57-165**

Heyndrickx M, Vandemeulebroecke K, Scheldeman P, Kersters K, de Vos P, Logan NA, Aziz AM, Ali N, Berkeley RC. 1996. A polyphasic reassessment of the genus *Paenibacillus*, reclassification of *Bacillus lautus*(Nakamura 1984)as *Paenibacillus lautus* comb. nov. and of *Bacillus peoriae*(Montefusco et al. 1993)as *Paenibacillus peoriae* comb. nov., and emended descriptions of *P. lautus* and of *P. peoriae*. Int J Syst Bacteriol, 46(4): 988-1003. **No. 3-57-81 and No. 3-57-105**

Heyrman J, Balcaen A, Rodriguez-Diaz M, Logan NA, Swings J, de Vos P. 2003. *Bacillus decolorationis* sp. nov., isolated from biodeteriorated parts of the mural paintings at the Servilia tomb(Roman necropolis of Carmona, Spain)and the Saint-Catherine chapel(Castle Herberstein, Austria). Int J Syst Evol Microbiol, 53: 459-463. **No. 1-1-60**

Heyrman J, Logan NA, Busse HJ, Balcaen A, Lebbe L, Rodriguez-Diaz M, Swings J, de Vos P. 2003. *Virgibacillus carmonensis* sp. nov., *Virgibacillus necropolis* sp. nov. and *Virgibacillus picturae* sp. nov., three novel species isolated from deteriorated mural paintings, transfer of the species of the genus *Salibacillus* to *Virgibacillus*, as *Virgibacillus marismortui* comb. nov. and *Virgibacillus salexigens* comb. nov., and emended description of the genus *Virgibacillus*. Int J Syst Evol Microbiol, 53(Pt 2): 501-511. **No. 1-30-18, No. 1-50-5, No. 1-50-13, No. 1-50-15 and No. 1-50-20,**

Heyrman J, Logan NA, Rodríguez-Díaz M, Scheldeman P, Lebbe L, Swings J, Heyndrickx M, de Vos P. 2005. Study of mural painting isolates, leading to the transfer of ‘*Bacillus maroccanus*’ and ‘*Bacillus carotarum*’ to *Bacillus simplex*, emended description of *Bacillus simplex*, re-examination of the strains previously attributed to ‘*Bacillus macroides*’ and description of *Bacillus muralis* sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 55(1): 119-131. **No. 1-1-141**

Heyrman J, Rodríguez-Díaz M, Devos J, Felske A, Logan NA, de Vos P. 2005. *Bacillus arenosi* sp. nov., *Bacillus arvi* sp. nov. and *Bacillus humi* sp. nov., isolated from soil. Int J Syst Evol Microbiol, 55: 111-117. **No. 1-1-97, No. 4-67-1 and No. 4-67-2**

Heyrman J, Rodríguez-Díaz M, Devos J, Felske A, Logan NA, de Vos P. 2005. *Bacillus arenosi* sp. nov., *Bacillus arvi* sp. nov. and *Bacillus humi* sp. nov., isolated from soil. Int J Syst Evol Microbiol, 55(1): 111-117. **No. 4-67-1 and No. 4-67-2**

Heyrman J, Vanparys B, Logan NA, Balcaen A, Rodríguez-Díaz M, Felske A, de Vos P. 2004. *Bacillus novalis* sp. nov., *Bacillus vireti* sp. nov., *Bacillus soli* sp. nov., *Bacillus bataviensis* sp. nov. and *Bacillus drentensis* sp. nov., from the Drentse A grasslands. Int J Syst Evol Microbiol, 54(Pt 1): 47-57. **No. 1-1-29, No. 1-1-62, No. 1-1-149, No. 1-1-191 and No. 1-1-219**

Hirota K, Aino K, Nodasaka Y, Morita N, Yumoto I. 2013. *Amphibacillus indicireducens* sp. nov., an alkaliphile that reduces an indigo dye. Int J Syst Evol Microbiol, 63(2): 464-469. **No. 1-6-5**

Hirota K, Aino K, Nodasaka Y, Yumoto I. 2013. *Oceanobacillus indicireducens* sp. nov., a facultative alkaliphile that reduces an indigo dye. Int J Syst Evol Microbiol, 63(4): 1437-1442. **No. 1-30-7**

Hirota K, Aino K, Yumoto I. 2013. *Amphibacillus iburiensis* sp. nov., an alkaliphile that reduces an indigo dye. Int J Syst Evol Microbiol, 63(11): 4303-4308. **No. 1-6-4**

Hirota K, Hanaoka Y, Nodasaka Y, Yumoto I. 2013. *Oceanobacillus polygoni* sp. nov., a facultatively alkaliphile isolated from indigo fermentation fluid. Int J Syst Evol Microbiol, 63(9): 3307-3312. **No. 1-30-19**

Hirota K, Hanaoka Y, Nodasaka Y, Yumoto I. 2014. *Gracilibacillus alcaliphilus* sp. nov., a facultative alkaliphile isolated from indigo fermentation liquor for dyeing. Int J Syst Evol Microbiol, 64(Pt 9): 3174-3180. **No. 1-20-1**

Holmes B, Moss CW, Daneshvar MI. 1993. Cellular fatty acid compositions of “*Achromobacter* groups B and E”. J Clin Microbiol, 31(4): 1007-1008.

Hong SW, Kwon SW, Kim SJ, Kim SY, Kim JJ, Lee JS, Oh MH, Kim AJ, Chung KS. 2014. *Bacillus oryzaecorticis* sp. nov.,

a moderately halophilic bacterium isolated from rice husks. Int J Syst Evol Microbiol, 64(8): 2786-2791. **No. 1-1-155**

Hong SW, Park JM, Kim SJ, Chung KS. 2012. *Bacillus eiseniae* sp. nov., a swarming, moderately halotolerant bacterium isolated from the intestinal tract of an earthworm(*Eisenia fetida* L.). Int J Syst Evol Microbiol, 62: 2077-2083. **No. 1-1-63**

Hong YY, Ma YC, Zhou YG, Gao F, Liu HC, Chen SF. 2009. *Paenibacillus sonchi* sp. nov., a nitrogen-fixing species isolated from the rhizosphere of *Sonchus oleraceus*. Int J Syst Evol Microbiol, 59(11): 2656-2661. **No. 3-57-138**

Horn MA, Ihssen J, Matthies C, Schramm A, Acker G, Drake HL. 2005. *Dechloromonas denitrificans* sp. nov., *Flavobacterium denitrificans* sp. nov., *Paenibacillus anaericanus* sp. nov. and *Paenibacillus terrae* strain MH72, N_2O-producing bacteria isolated from the gut of the earthworm *Aporrectodea caliginosa*. Int J Syst Evol Microbiol, 55(3): 1255-1265. **No. 3-57-10 and No. 3-57-150**

Hoshino T, Nakabayashi T, Hirota K, Matsuno T, Koiwa R, Fujiu S, Saito I, Tkachenko OB, Matsuyama H, Yumoto I. 2009. *Paenibacillus macquariensis* subsp. *Defensor* subsp. nov., isolated from boreal soil. Int J Syst Evol Microbiol, 59(8): 2074-2079. **No. 3-57-87**

Hu XF, Li SX, Wu JG, Wang JF, Fang QL, Chen JS. 2010. Transfer of *Bacillus mucilaginosus* and *Bacillus edaphicus* to the genus *Paenibacillus* as *Paenibacillus mucilaginosus* comb. nov. and *Paenibacillus edaphicus* comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 60(1): 8-14. **No. 3-57-45 and No. 3-57-94**

Hua NP, Hamza-Chaffai A, Vreeland RH, Isoda H, Naganuma T. 2008. *Virgibacillus salarius* sp. nov., a halophilic bacterium isolated from a Saharan salt lake. Int J Syst Evol Microbiol, 58(Pt 10): 2409-2414. **No. 1-50-19**

Hua NP, Kanekiyo A, Fujikura K, Yasuda H, Naganuma T. 2007. *Halobacillus profundi* sp. nov. and *Halobacillus kuroshimensis* sp. nov., moderately halophilic bacteria isolated from a deep-sea methane cold seep. Int J Syst Evol Microbiol, 57(6): 1243-1249. **No. 1-22-9 and No. 1-22-14**

Huang HQ, Wang Y, Yuan WD, Xiao C, Ye JJ, Liu M, Zhu J, Sun QG, Bao SX. 2013. *Gracilibacillus marinus* sp. nov., isolated from the northern South China Sea. Antonie van Leeuwenhoek, 104(5): 695-701. **No. 1-20-9**

Huang XF, Wang FZ, Zhang W, Li J, Ling J, Yang J, Dong JD, Tian XP. 2014. *Paenibacillus abyssi* sp. nov., isolated from an abyssal sediment sample from the Indian Ocean. Antonie van Leeuwenhoek, 106(6): 1089-1095. **No. 3-57-1**

Hugon P, Mishra AK, Lagier JC, Nguyen TT, Couderc C, Raoult D, Fournier PE. 2013. Non-contiguous finished genome sequence and description of *Brevibacillus massiliensis* sp. nov. Stand Genomic Sci, 8(1): 1-14. **No. 3-59-15**

Huo YY, Xu XW, Cui HL, Wu M. 2010. *Gracilibacillus ureilyticus* sp. nov., a halotolerant bacterium from a saline-alkaline soil. Int J Syst Evol Microbiol, 60(6): 1383-1386. **No. 1-20-14**

Iida K, Ueda Y, Kawamura Y, Ezaki T, Takade A, Yoshida S, Amako K. 2005. *Paenibacillus motobuensis* sp. nov., isolated from a composting machine utilizing soil from Motobu-town, Okinawa, Japan. Int J Syst Evol Microbiol, 55(5): 1811-1816. **No.3-57-93**

Imperio T, Viti C, Marri L. 2008. *Alicyclobacillus pohliae* sp. nov., a thermophilic, endospore-forming bacterium isolated from geothermal soil of the north-west slope of Mount Melbourne(Antarctica). Int J Syst Evol Microbiol, 58(1): 221-225. **No. 2-53-3**

Inan K, Belduz AO, Canakci S. 2012. *Anoxybacillus kaynarcensis* sp. nov., a moderately thermophilic, xylanase producing bacterium. J Basic Microbiol, 52(5): 1-10. **No. 1-8-11**

Inan K, Canakci S, Belduz AO, Sahin F. 2012. *Brevibacillus aydinogluensis* sp. nov., a moderately thermophilic bacterium isolated from Karakoc hot spring. Int J Syst Evol Microbiol, 62(4): 849-855. **No. 3-59-2**

Ishikawa M, Ishizaki S, Yamamoto Y, Yamasato K. 2002. *Paraliobacillus ryukyuensis* gen. nov., sp. nov., a new Gram-positive, slightly halophilic, extremely halotolerant, facultative anaerobe isolated from a decomposing marine alga. J Gen Appl Microbiol, 48(5): 269-279. **No. 1-32-2**

Ishikawa M, Nakajima K, Itamiya Y, Furukawa S, Yamamoto Y, Yamasato K. 2005. *Halolactibacillus halophilus* gen. nov., sp. nov. and *Halolactibacillus miurensis* sp. nov., halophilic and alkaliphilic marine lactic acid bacteria constituting a phylogenetic lineage in *Bacillus* rRNA group 1. Int J Syst Evol Microbiol, 55(6): 2427-2439. **No. 1-23-2 and No. 1-23-3**

Ivanova EP, Alexeeva YA, Zhukova NV, Gorshkova NM, Buljan V, Nicolau DV, Mikhailov VV, Christen R. 2004. *Bacillus algicola* sp. nov., a novel filamentous organism isolated from brown alga *Fucus evanescens*. Syst Appl Microbiol, 27(3): 301-307. **No. 1-1-13**

Jang SJ, Kim YJ, Lee SH, Park YS, Park JM, Bai DH. 2014. *Oceanobacillus gochujangensis* sp. nov., isolated from gochujang a traditional Korean fermented food. J Microbiol, 52(12): 1050-1055. **No. 1-30-4**

Jeon CO, Kim JM, Park DJ, Xu LH, Jiang CL, Kim CJ. 2009. *Virgibacillus xinjiangensis* sp. nov., isolated from a Salt Lake of Xin-jiang Province in China. J Microbiol, 47(6): 705-709. **No. 1-50-26**

Jeon CO, Lim JM, Jang HH, Park DJ, Xu LH, Jiang CL, Kim CJ. 2008. *Gracilibacillus lacisalsi* sp. nov., a halophilic Gram-positive bacterium from a salt lake in China. Int J Syst Evol Microbiol, 58(10): 2282-2286. **No. 1-20-8**

Jeon CO, Lim JM, Lee JC, Lee GS, Lee JM, Xu LH, Jiang CL, Kim CJ. 2005. *Lentibacillus salarius* sp. nov., isolated from saline sediment in China, and emended description of the genus *Lentibacillus*. Int J Syst Evol Microbiol, 55(3): 1339-1343. **No. 1-26-8**

Jeon CO, Lim JM, Lee JM, Xu LH, Jiang CL, Kim CJ. 2005. Reclassification of *Bacillus haloalkaliphilus* Fritze 1996 as *Alkalibacillus haloalkaliphilus* gen. nov., comb. nov. and the description of *Alkalibacillus salilacus* sp. nov., a novel halophilic bacterium isolated from a salt lake in China. Int J Syst Evol Microbiol, 55(5): 1891-1896. **No. 1-3-4 and No. 1-3-6**

Jeon CO, Lim JM, Lee SS, Chung BS, Park DJ, Xu LH, Jiang CL, Kim CJ. 2009. *Paenibacillus harenae* sp. nov., isolated from desert sand in China. Int J Syst Evol Microbiol, 59(1): 13-17. **No. 3-57-64**

Jiang B, Zhao X, Liu J, Fu L, Yang C, Hu X. 2015. *Paenibacillus shenyangensis* sp. nov., a bioflocculant-producing species isolated from soil under a peach tree. Int J Syst Evol Microbiol, 65(1): 220-224. **No. 3-57-134**

Jiang CY, Liu Y, Liu YY, You XY, Guo X, Liu SJ. 2008. *Alicyclobacillus ferrooxydans* sp. nov., a ferrous-oxidizing bacterium from solfataric soil. Int J Syst Evol Microbiol, 58(12): 2898-2903. **No. 2-52-10**

Jiang Z, Zhang DF, Khieu TN, Son CK, Zhang XM, Cheng J, Tian XP, Zhang S, Li WJ. 2014. *Bacillus tianshenii* sp. nov., isolated from a marine sediment sample. Int J Syst Evol Microbiol, 64(6): 1998-2002. **No. 1-1-211**

Jiménez G, Urdiain M, Cifuentes A, López-López A, Blanch AR, Tamames J, Kämpfer P, Kolstø AB, Ramón D, Martínez JF, Codoñer FM, Rosselló-Móra R. 2013. Description of *Bacillus toyonensis* sp. nov., a novel species of the *Bacillus cereus* group, and pairwise genome comparisons of the species of the group by means of ANI calculations. Syst Appl Microbiol, 36(6): 383-391. **No. 1-1-213**

Jin HJ, Lv J, Chen SF. 2011. *Paenibacillus sophorae* sp. nov., a nitrogen-fixing species isolated from the rhizosphere of *Sophora japonica*. Int J Syst Evol Microbiol, 61(4): 767-771. **No. 3-57-139**

Jin HJ, Zhou YG, Liu HC, Chen SF. 2011. *Paenibacillus jilunlii* sp. nov., a nitrogen-fixing species isolated from the rhizosphere of *Begonia semperflorens*. Int J Syst Evol Microbiol, 61(6): 1350-1355. **No. 3-57-73**

Johnson DB, Joulian C, d'Hugues P, Hallberg KB. 2008. *Sulfobacillus benefaciens* sp. nov., an acidophilic facultative anaerobic Firmicute isolated from mineral bioleaching operations. Extremophiles, 12(6): 789-798. **No. 2-54-2**

Jones DT, Taylor WR, Thornton JM. 1992. The rapid generation of mutation data matrices from protein sequences. Comp Appl Biosci: 8275-8282.

Jordan EO. 1890. A report on certain species of bacteria observed in sewage. *In*: Sedgewick WT(ed.), A Report of the Biological Work of the Lawrence Experiment Station, Including an Account of Methods Employed and Results Obtained in the Microscopical and Bacteriological Investigation of Sewage and Water. Report on Water Supply and Sewerage(Part II). The Report of the Massachusetts Board of Health: 821-844. **No. 1-1-49**

Jukes TH, Cantor CR. 1969. Evolution of protein molecules. *In*: Munro HN. Mammalian Protein Metabolism. vol. 3, pp. 21-132. New York: Academic Press.

Jung MJ, Roh SW, Kim MS, Bae JW. 2010. *Lentibacillus jeotgali* sp. nov., a halophilic bacterium isolated from traditional Korean fermented seafood. Int J Syst Evol Microbiol, 60(5): 1017-1022. **No. 1-26-3**

Jung MY, Kim JS, Chang YH. 2009. *Bacillus acidiproducens* sp. nov., vineyard soil isolates that produce lactic acid. Int J Syst Evol Microbiol, 59(Pt 9): 2226-2231. **No. 1-1-4**

Jung MY, Kim JS, Paek WK, Lim J, Lee H, Kim PI, Ma JY, Kim W, Chang YH. 2011. *Bacillus manliponensis* sp. nov., a new member of the Bacillus cereus group isolated from foreshore tidal flat sediment. J Microbiol, 49(6): 1027-1032. **No. 1-1-127**

Jung MY, Kim JS, Paek WK, Styrak I, Park IS, Sin Y, Paek J, Park KA, Kim H, Kim HL, Chang YH. 2012. Description of *Lysinibacillus sinduriensis* sp. nov., and transfer of *Bacillus massiliensis* and *Bacillus odysseyi* to the genus *Lysinibacillus* as *Lysinibacillus massiliensis* comb. nov. and *Lysinibacillus odysseyi* comb. nov. with emended description of the genus *Lysinibacillus*. Int J Syst Evol Microbiol, 62(10): 2347-2355. **No. 1-27-10, No. 1-27-12 and No. 1-27-15**

Kämpfer P, Arun AB, Busse HJ, Langer S, Young CC, Chen WM, Syed AA, Rekha PD. 2011. *Virgibacillus soli* sp. nov., isolated from mountain soil. Int J Syst Evol Microbiol, 61(Pt 2): 275-280. **No. 1-50-24**

Kämpfer P, Blasczyk K, Auling G. 1994. Characterization of *Aeromonas* genomic species by using quinine, polyamine, and fatty acid patterns. Can J Microbiol, 40: 844-850.

Kämpfer P, Falsen E, Lodders N, Langer S, Busse HJ, Schumann P. 2010. *Ornithinibacillus contaminans* sp. nov., an endospore-forming species. Int J Syst Evol Microbiol, 60(12): 2930-2934. **No. 1-31-3**

Kämpfer P, Falsen E, Lodders N, Martin K, Kassmannhuber J, Busse HJ. 2012. *Paenibacillus chartarius* sp. nov., isolated from a paper mill. Int J Syst Evol Microbiol, 62(6): 1342-1347. **No. 3-57-27**

Kämpfer P, Glaeser SP, Busse HJ. 2013. Transfer of *Bacillus schlegelii* to a novel genus and proposal of *Hydrogenibacillus schlegelii* gen. nov., comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 63(5): 1723-1727. **No. 1-24-1**

Kämpfer P, Martin K, Glaeser SP. 2013. *Lysinibacillus contaminans* sp. nov., isolated from surface water. Int J Syst Evol Microbiol, 63(9): 3148-3153. **No. 1-27-3**

Kämpfer P. 1994. Limits and possibilities of total fatty acid analysis for classification and identification of *Bacillus* species. Syst Appl Microbiol, 17: 86-98.

Kaneda T. 1977. Fatty acids of the genus *Bacillus*: an example of branched-chain preference. Bacteriol Rev, 41: 391-418.

Kang H, Weerawongwiwat V, Kim JH, Sukhoom A, Kim W. 2013. *Bacillus songklensis* sp. nov., isolated from soil. Int J

Syst Evol Microbiol, 63(11): 4189-4195. **No. 1-1-193**

Kanso S, Greene AC, Patel BK. 2002. *Bacillus subterraneus* sp. nov., an iron- and manganese-reducing bacterium from a deep subsurface Australian thermal aquifer. Int J Syst Evol Microbiol, 52(3): 869-874. **No. 1-1-197**

Kanzawa Y, Harada A, Takeuchi M, Yokota A, Harada T. 1995. *Bacillus curdlanolyticus* sp. nov. and *Bacillus kobensis* sp. nov., which hydrolyze resistant curdlan. Int J Syst Bacteriol, 45(3): 515-521. **No. 3-57-37 and No. 3-57-74**

Karavaiko GI, Bogdanova TI, Tourova TP, Kondrat'eva TF, Tsaplina IA, Egorova MA, Krasil'nikova EN, Zakharchuk LM. 2005. Reclassification of '*Sulfobacillus thermosulfidooxidans* subsp. *thermotolerans*' strain K1 as *Alicyclobacillus tolerans* sp. nov. and *Sulfobacillus disulfidooxidans* Dufresne et al. 1996 as *Alicyclobacillus disulfidooxidans* comb. nov., and emended description of the genus *Alicyclobacillus*. Int J Syst Evol Microbiol, 55(2): 941-947. **No. 2-52-8 and No. 2-52-20**

Keita MB, Diene SM, Robert C, Raoult D, Fournier PE, Bittar F. 2013. Non-contiguous finished genome sequence and description of *Bacillus massiliogorillae* sp. nov. Stand Genomic Sci, 9(1): 93-105. **No. 1-1-133**

Kevbrin VV, Zengler K, Lysenko AM, Wiegel J. 2005. *Anoxybacillus kamchatkensis* sp. nov., a novel thermophilic facultative aerobic bacterium with a broad pH optimum from the Geyser valley, Kamchatka. Extremophiles, 9(5): 391-398. **No. 1-8-10**

Khianngam S, Akaracharanya A, Tanasupawat S, Lee KC, Lee JS. 2009. *Paenibacillus thailandensis* sp. nov. and *Paenibacillus nanensis* sp. nov., xylanase-producing bacteria isolated from soil. Int J Syst Evol Microbiol, 59(3): 564-568. **No. 3-57-95 and No. 3-57-153**

Khianngam S, Tanasupawat S, Akaracharanya A, Kim KK, Lee KC, Lee JS. 2011. *Paenibacillus xylanisolvens* sp. nov., a xylan-degrading bacterium from soil. Int J Syst Evol Microbiol, 61(1): 160-164. **No. 3-57-174**

Khianngam S, Tanasupawat S, Lee JS, Lee KC, Akaracharanya A. 2009. *Paenibacillus siamensis* sp. nov., *Paenibacillus septentrionalis* sp. nov. and *Paenibacillus montaniterrae* sp. nov., xylanase-producing bacteria from Thai soils. Int J Syst Evol Microbiol, 59(1): 130-134. **No. 3-57-92, No. 3-57-132 and No. 3-57-136**

Kim BC, Jeong WJ, Kim do Y, Oh HW, Kim H, Park DS, Park HM, Bae KS. 2009. *Paenibacillus pueri* sp. nov., isolated from Pu'er tea. Int J Syst Evol Microbiol, 59(5): 1002-1006. **No. 3-57-117**

Kim BC, Kim MN, Lee KH, Kwon SB, Bae KS, Shin KS. 2009. *Paenibacillus filicis* sp. nov., isolated from the rhizosphere of the fern. J Microbiol, 47(5): 524-529. **No. 3-57-51**

Kim BC, Lee KH, Kim MN, Kim EM, Min SR, Kim HS, Shin KS. 2009. *Paenibacillus pini* sp. nov., a cellulolytic bacterium isolated from the rhizosphere of pine tree. J Microbiol, 47(6): 699-704. **No. 3-57-108**

Kim BC, Lee KH, Kim MN, Kim EM, Rhee MS, Kwon OY, Shin KS. 2009. *Paenibacillus pinihumi* sp. nov., a cellulolytic bacterium isolated from the rhizosphere of *Pinus densiflora*. J Microbiol, 47(5): 530-535. **No. 3-57-109**

Kim BY, Lee SY, Weon HY, Kwon SW, Go SJ, Park YK, Schumann P, Fritze D. 2006. *Ureibacillus suwonensis* sp. nov., isolated from cotton waste composts. Int J Syst Evol Microbiol, 56(Pt 3): 663-666. **No. 4-66-3**

Kim DS, Bae CY, Jeon JJ, Chun SJ, Oh HW, Hong SG, Baek KS, Moon EY, Bae KS. 2004. *Paenibacillus elgii* sp. nov., with broad antimicrobial activity. Int J Syst Evol Microbiol, 54(6): 2031-2035. **No. 3-57-47**

Kim HJ, Park CS, Lee S, Ahn TY. 2014. *Bacillus cheonanensis* sp. nov. isolated from near poultry farm soil. J Microbiol, 52(7): 554-558. **No. 1-1-45**

Kim HS, Lee SS. 2014. *Paenibacillus humi* sp. nov., isolated from peat-soil. J Gen Appl Microbiol, 60(1): 23-27. **No. 3-57-68**

Kim J, Jung MJ, Roh SW, Nam YD, Shin KS, Bae JW. 2011. *Virgibacillus alimentarius* sp. nov., isolated from a traditional Korean food. Int J Syst Evol Microbiol, 61(12): 2851-2855. **No. 1-50-1**

Kim JH, Kang H, Kim W. 2014. *Paenibacillus doosanensis* sp. nov., isolated from soil. Int J Syst Evol Microbiol, 64(4): 1271-1277. **No. 3-57-43**

Kim JM, Lee SH, Lee SH, Choi EJ, Jeon CO. 2013. *Paenibacillus hordei* sp. nov., isolated from naked barley in Korea. Antonie van Leeuwenhoek, 103(1): 3-9. **No. 3-57-67**

Kim JY, Park SH, Oh DC, Kim YJ. 2013. *Lysinibacillus jejuensis* sp. nov., isolated from swinery waste. J Microbiol, 51(6): 872-876. **No. 1-27-6**

Kim KK, Lee KC, Lee JS. 2011. Reclassification of *Paenibacillus ginsengisoli* as a later heterotypic synonym of *Paenibacillus anaericanus*. Int J Syst Evol Microbiol, 61(9): 2101-2106. **No. 3-57-10**

Kim KK, Lee KC, Yu H, Ryoo S, Park Y, Lee JS. 2010. *Paenibacillus sputi* sp. nov., isolated from the sputum of a patient with pulmonary disease. Int J Syst Evol Microbiol, 60(10): 2371-2376. **No. 3-57-140**

Kim M, Oh HS, Park SC, Chun J. 2014. Towards a taxonomic coherence between average nucleotide identity and 16S rRNA gene sequence similarity for species demarcation of prokaryotes. Int J Syst Evol Microbiol, 64(Pt 2): 346-351.

Kim MG, Lee JC, Park DJ, Li WJ, Kim CJ. 2014. *Alicyclobacillus tengchongensis* sp. nov., a thermo-acidophilic bacterium isolated from hot spring soil. J Microbiol, 52(10): 884-889. **No. 2-52-19**

Kim MK, Kim YA, Park MJ, Yang DC. 2008. *Paenibacillus ginsengihumi* sp. nov., a bacterium isolated from soil in a ginseng field. Int J Syst Evol Microbiol, 58(5): 1164-1168. **No. 3-57-57**

Kim MK, Sathiyaraj S, Pulla RK, Yang DC. 2009. *Brevibacillus panacihumi* sp. nov., a β-glucosidase-producing bacterium.

Int J Syst Evol Microbiol, 59(5): 1227-1231. **No. 3-59-17**

Kim OS, Cho YJ, Lee K, Yoon SH, KimM, Na H, Park SC, Jeon YS, Lee JH, Yi H, Won S, Chun J. 2012. Introducing EzTaxon-e: a prokaryotic 16S rRNA Gene sequence database with phylotypes that represent uncultured species. Int J Syst Evol Microbiol, 62: 716-721.

Kim P, Lee JC, Park DJ, Shin KS, Kim JY, Kim CJ. 2012. *Gracilibacillus bigeumensis* sp. nov., a moderately halophilic bacterium from solar saltern soil. Int J Syst Evol Microbiol, 62(8): 1857-1863. **No. 1-20-2**

Kim SJ, Jang YH, Hamada M, Ahn JH, Weon HY, Suzuki K, Whang KS, Kwon SW. 2013. *Lysinibacillus chungkukjangi* sp. nov., isolated from chungkukjang, Korean fermented soybean food. J Microbiol, 51(3): 400-404. **No. 1-27-2**

Kim YG, Choi DH, Hyun S, Cho BC. 2007. *Oceanobacillus profundus* sp. nov., isolated from a deep-sea sediment core. Int J Syst Evol Microbiol, 57(2): 409-413. **No. 1-30-20**

Kim YG, Hwang CY, Yoo KW, Moon HT, Yoon JH, Cho BC. 2007. *Pelagibacillus goriensis* gen. nov., sp. nov., a moderately halotolerant bacterium isolated from coastal water off the east coast of Korea. Int J Syst Evol Microbiol, 57(Pt 7): 1554-1560. **No. 1-46-2**

Kim YH, Kim IS, Moon EY, Park JS, Kim SJ, Lim JH, Park BT, Lee EJ. 2011. High abundance and role of antifungal bacteria in compost-treated soils in a wildfire area. Microbial Ecology, 62(3): 725-737.

Kishore KH, Begum Z, Pathan AA, Shivaji S. 2010. *Paenibacillus glacialis* sp. nov., isolated from the Kafni glacier of the Himalayas, India. Int J Syst Evol Microbiol, 60(8): 1909-1913. **No. 3-57-58**

Kitahara K, Lai CL. 1967. On the spore formation of *Sporolactobacillus inulinus*. J Gen Appl Microbiol, 13: 197-203. **No. 5-68-1**

Kitahara K, Suzuki J. 1963. *Sporolactobacillus* nov. subgen. J Gen Appl Microbiol, 9: 59-71. **No. 5-68-1**

Kittiwongwattana C, Thawai C. 2015. *Paenibacillus lemnae* sp. nov., an endophytic bacterium of duckweed(*Lemna aequinoctialis*). Int J Syst Evol Microbiol, 65(1): 107-112. **No. 3-57-82**

Klenk HP, Lapidus A, Chertkov O, Copeland A, del Rio TG, Nolan M, Lucas S, Chen F, Tice H, Cheng JF, Han C, Bruce D, Goodwin L, Pitluck S, Pati A, Ivanova N, Mavromatis K, Daum C, Chen A, Palaniappan K, Chang YJ, Land M, Hauser L, Jeffries CD, Detter JC, Rohde M, Abt B, Pukall R, Göker M, Bristow J, Markowitz V, Hugenholtz P, Eisen JA. 2011. Complete genome sequence of the thermophilic, hydrogen-oxidizing *Bacillus tusciae* type strain(T2)and reclassification in the new genus, *Kyrpidia* gen. nov. as *Kyrpidia tusciae* comb. nov. and emendation of the family Alicyclobacillaceae da Costa and Rainey, 2010. Stand Genomic Sci, 5(1): 121-134.

Ko KS, Kim YS, Lee MY, Shin SY, Jung DS, Peck KR, Song JH. 2008. *Paenibacillus konsidensis* sp. nov., isolated from a patient. Int J Syst Evol Microbiol, 58(9): 2164-2168. **No. 3-57-76**

Ko KS, Oh WS, Lee MY, Lee JH, Lee H, Peck KR, Lee NY, Song JH. 2006. *Bacillus infantis* sp. nov. and *Bacillus idriensis* sp. nov., isolated from a patient with neonatal sepsis. Int J Syst Evol Microbiol, 56: 2541-2544. **No. 1-1-100 and No. 1-1-102**

Koberl M, Muller H, Ramadan EM, Berg G. 2011. Desert farming benefits from microbial potential in arid soils and promotes diversity and plant health. PLoS One, 69: e24452.

Kokcha S, Mishra AK, Lagier JC, Million M, Leroy Q, Raoult D, Fournier PE. 2012. Non contiguous-finished genome sequence and description of *Bacillus timonensis* sp. nov. Stand Genomic Sci, 6(3): 346-355. **No. 1-1-212**

Kong BH, Liu QF, Liu M, Liu Y, Liu L, Li CL, Yu R, Li YH. 2013. *Paenibacillus typhae* sp. nov., isolated from roots of *Typha angustifolia* L. Int J Syst Evol Microbiol, 63(3): 1037-1044. **No. 3-57-162**

Kong D, Wang Y, Zhao B, Li Y, Song J, Zhai Y, Zhang C, Wang H, Chen X, Zhao B, Ruan Z. 2014. *Lysinibacillus halotolerans* sp. nov., isolated from saline-alkaline soil. Int J Syst Evol Microbiol, 64(8): 2593-2598. **No. 1-27-5**

Konstantinidis KT, Tiedje JM. 2005. Genomic insights that advance the species definition for prokaryotes. Proc Natl Acad Sci USA, 102(7): 2567-2572.

Konstantinidis KT, Tiedje JM. 2005. Towards a genome-based taxonomy for prokaryotes. J Bacteriol, 187: 6258-6264.

Konstantinidis KT, Tiedje JM. 2007. Prokaryotic taxonomy and phylogeny in the genomic era: advancements and challenges ahead. Curr Opin Microbiol, 10(5): 504-509.

Kosowski K, Schmidt M, Pukall R, Hause G, Kämpfer P, Lechner U. 2014. *Bacillus pervagus* sp. nov. and *Bacillus andreesenii* sp. nov., isolated from a composting reactor. Int J Syst Evol Microbiol, 64(Pt 1): 88-94. **No. 1-1-20 and No. 1-1-163**

Krieg NR, Holt JG. 1984. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Vol. 1, p. 1. Baltimore, MD: Williams and Wilkins.

Krishnamurthi S, Chakrabarti T, Stackebrandt E. 2009. Re-examination of the taxonomic position of *Bacillus silvestris* Rheims et al. 1999 and proposal to transfer it to *Solibacillus* gen. nov. as *Solibacillus silvestris* comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 59(Pt 5): 1054-1058. **No. 4-65-1**

Krishnamurthi S, Chakrabarti T. 2008. Proposal for transfer of *Pelagibacillus goriensis* Kim et al. 2007 to the genus *Terribacillus* as *Terribacillus goriensis* comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 58(10): 2287-2291. **No. 1-46-2**

Krishnamurthi S, Ruckmani A, Pukall R, Chakrabarti T. 2010. *Psychrobacillus* gen. nov. and proposal for reclassification of *Bacillus insolitus* Larkin & Stokes, 1967, *B. psychrotolerans* Abd-El Rahman et al., 2002 and *B. psychrodurans* Abd-El Rahman et al., 2002 as *Psychrobacillus insolitus* comb. nov., *Psychrobacillus psychrotolerans* comb. nov. and

Psychrobacillus psychrodurans comb. nov. Syst Appl Microbiol, 33(7): 367-373. **No. 1-37-1, No. 1-37-2 and No. 1-37-3**

Kuhnigk T, Borst EM, Breunig A, König H, Collins MD, Hutson RA, Kämpfer P. 1995. *Bacillus oleronius* sp. nov., a member of hindgut flora of the termite *Reticulitermes santonensis*(Feytaud). Can J Microbiol, 41(8): 699-706. **No. 1-1-154**

Kuisiene N, Raugalas J, Chitavichius D. 2004. *Geobacillus lituanicus* sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 54(6): 1991-1995. **No. 1-19-5**

Kuisiene N, Raugalas J, Spröer C, Kroppenstedt RM, Chitavichius D. 2008. *Bacillus butanolivorans* sp. nov., a species with industrial application for the remediation of n-butanol. Int J Syst Evol Microbiol, 58: 505-509. **No. 1-1-38**

Kuisiene N, Raugalas J, Spröer C, Kroppenstedt RM, Stuknyte M, Chitavichius D. 2008. *Paenibacillus tylopili* sp.nov., a chitinolytic bacterium isolated from the mycorhizosphere of *Tylopilus felleus*. Folia Microbiol(Praha), 53(5): 433-437. **No. 3-57-161**

Kuroshima KI, Sakane T, Takata R, Yokota A. 1996. *Bacillus ehimensis* sp. nov. and*Bacillus chitinolyticus* sp. nov., new chitinolytic members of the genus *Bacillus*. Int J Syst Bacteriol, 46: 76-80. **No. 3-57-30 and No. 3-57-46**

Kusube M, Sugihara A, Moriwaki Y, Ueoka T, Shimane Y, Minegishi H. 2014. *Alicyclobacillus cellulosilyticus* sp. nov., a thermophilic, cellulolytic bacterium isolated from steamed Japanese cedar chips from a lumbermill. Int J Syst Evol Microbiol, 64(7): 2257-2263. **No. 2-52-5**

Kwon SW, Lee SY, Kim BY, Weon HY, Kim JB, Go SJ, Lee GB. 2007. *Bacillus niabensis* sp. nov., isolated from cotton-waste composts for mushroom cultivation. Int J Syst Evol Microbiol, 57(8): 1909-1913. **No. 1-1-147**

Kwong WK, Moran NA. 2013. Cultivation and characterization of the gut symbionts of honey bees and bumble bees: description of *Snodgrassella alvi* gen. nov., sp. nov., a member of the family Neisseriaceae of the Betaproteobacteria, and *Gilliamella apicola* gen. nov., sp. nov., a member of Orbaceae fam. nov., *Orbales* ord. nov., a sister taxon to the order ‘Enterobacteriales’ of the Gammaproteobacteria. Int J Syst Evol Microbiol, 63(Pt 6): 2008-2018.

L'Haridon S, Miroshnichenko ML, Kostrikina NA, Tindall BJ, Spring S, Schumann P, Stackebrandt E, Bonch-Osmolovskaya EA, Jeanthon C. 2006. *Vulcanibacillus modesticaldus* gen. nov., sp. nov., a strictly anaerobic, nitrate-reducing bacterium from deep-sea hydrothermal vents. Int J Syst Evol Microbiol, 56(Pt 5): 1047-1053. **No. 1-51-1**

la Duc MT, Satomi M, Agata N, Venkateswaran K. 2004. *gyrB* as a phylogenetic discriminator for members of the *Bacillus anthracis-cereus-thuringiensis* group. J Microbiol Methods, 56: 383-394.

la Duc MT, Satomi M, Venkateswaran K. 2004. *Bacillus odysseyi* sp. nov., a round-spore-forming bacillus isolated from the Mars Odyssey spacecraft. Int J Syst Evol Microbiol, 54(1): 195-201. **No. 1-27-12**

Lai Q, Liu Y, Shao Z. 2014. *Bacillus xiamenensis* sp. nov., isolated from intestinal tract contents of a flathead mullet(*Mugil cephalus*). Antonie van Leeuwenhoek, 105(1): 99-107. **No. 1-1-223**

Larkin JM, StokesJL. 1967. Taxonomy of psychrophilic strains of *Bacillus*. J Bacteriol, 94: 889-895. **No. 1-37-1**

Larkin MA, Blackshields G, Brown NP, Chenna R, McGettigan PA, McWilliam H, Valentin F, Wallace IM, Wilm A, Lopez R, Thompson JD, Gibson TJ, Higgins DG. 2007. Clustal W and Clustal X version 2.0. Bioinformatics, 23(21): 2947-2948.

Laubach CA. 1916. Studies on aerobic spore-bearing non-pathogenic bacteria. Spore-bearing organisms in water. J Bacteriol, 1: 505-512. **No. 3-59-12**

Lawrence JR, Korber DR, Hoyle BD, Costerton JW, Cadwell DE. 1991. Optical sectioning of microbial biofilms. J Bacteriol, 173: 6558-6567.

Lawson PA, Deutch CE, Collins MD. 1996. Phylogenetic characterization of a novel salt-tolerant *Bacillus* species: description of *Bacillus dipsosauri* sp. nov. J Appl Bacteriol, 81(1): 109-112. **No. 1-20-4**

Lechevalier HA, Solotorovsky M. 1965. Three Centuries of Microbiology. New York: McGraw-Hill.

Lechner S, Mayr R, Francis KP, Prüss BM, Kaplan T, Wiessner-Gunkel E, Stewart GS, Scherer S. 1998. *Bacillus weihenstephanensis* sp. nov. is a new psychrotolerant species of the *Bacillus cereus* group. Int J Syst Bacteriol, 48(4): 1373-1382. **No. 1-1-221**

Lee CS, Jung YT, Park S, Oh TK, Yoon JH. 2010. *Lysinibacillus xylanilyticus* sp. nov., a xylan-degrading bacterium isolated from forest humus. Int J Syst Evol Microbiol, 60(2): 281-286. **No. 1-27-19**

Lee DC, Kang H, Weerawongwiwat V, Kim B, Choi YW, Kim W. 2013. *Oceanobacillus chungangensis* sp. nov., isolated from a sand dune. Int J Syst Evol Microbiol, 63(10): 3666-3671. **No. 1-30-3**

Lee FL, Kuo HP, Tai CJ, Yokota A, Lo CC. 2007. *Paenibacillus taiwanensis* sp. nov., isolated from soil in Taiwan. Int J Syst Evol Microbiol, 57(6): 1351-1354. **No. 3-57-146**

Lee FL, Tien CJ, Tai CJ, Wang LT, Liu YC, Chern LL. 2008. *Paenibacillus taichungensis* sp. nov., from soil in Taiwan. Int J Syst Evol Microbiol, 58(11): 2640-2645. **No. 3-57-144**

Lee GH, Rhee MS, Chang DH, Kwon KK, Bae KS, Yang SH, Kim BC. 2014. *Bacillus solimangrovi* sp. nov., isolated from mangrove soil. Int J Syst Evol Microbiol, 64(5): 1622-1628. **No. 1-1-192**

Lee HW, Roh SW, Yim KJ, Shin NR, Lee J, Whon TW, Kim JY, Hyun DW, Kim D, Bae JW. 2013. *Paenibacillus*

marinisediminis sp. nov., a bacterium isolated from marine sediment. J Microbiol, 51(3): 312-317. **No. 3-57-88**

Lee J, Shin NR, Jung MJ, Roh SW, Kim MS, Lee JS, Lee KC, Kim YO, Bae JW. 2013. *Paenibacillus oceanisediminis* sp. nov. isolated from marine sediment. Int J Syst Evol Microbiol, 63(2): 428-434. **No. 3-57-99**

Lee JC, Kim CJ, Yoon KH. 2011. *Paenibacillus telluris* sp. nov., a novel phosphate-solubilizing bacterium isolated from soil. J Microbiol, 49(4): 617-621. **No. 3-57-149**

Lee JC, Lee GS, Park DJ, Kim CJ. 2008. *Bacillus alkalitelluris* sp. nov., an alkaliphilic bacterium isolated from sandy soil. Int J Syst Evol Microbiol, 58(Pt 11): 2629-2634. **No. 1-1-16**

Lee JC, Li WJ, Xu LH, Jiang CL, Kim CJ. 2008. *Lentibacillus salis* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from a salt lake. Int J Syst Evol Microbiol, 58(Pt 8): 1838-1843. **No. 1-26-11**

Lee JC, Lim JM, Park DJ, Jeon CO, Li WJ, Kim CJ. 2006. *Bacillus seohaeanensis* sp. nov., a halotolerant bacterium that contains L-lysine in its cell wall. Int J Syst Evol Microbiol, 56(8): 1893-1898. **No. 1-1-184**

Lee JC, Yoon KH. 2008. *Paenibacillus woosongensis* sp. nov., a xylanolytic bacterium isolated from forest soil. Int J Syst Evol Microbiol, 58(3): 612-616. **No. 3-57-168**

Lee JJ, Yang DH, Ko YS, Park JK, Im EY, Kim JY, Kwon KY, Lee YJ, Kim HM, Kim MK. 2014. *Paenibacillus swuensis* sp. nov., a bacterium isolated from soil. J Microbiol, 52(2): 106-110. **No. 3-57-143**

Lee JS, Lee KC, Chang YH, Hong SG, Oh HW, Pyun YR, Bae KS. 2002. *Paenibacillus daejeonensis* sp. nov., a novel alkaliphilic bacterium from soil. Int J Syst Evol Microbiol, 52(6): 2107-2111. **No. 3-57-38**

Lee JS, Lim JM, Lee KC, Lee JC, Park YH, Kim CJ. 2006. *Virgibacillus koreensis* sp. nov., a novel bacterium from a salt field, and transfer of *Virgibacillus picturae* to the genus *Oceanobacillus* as *Oceanobacillus picturae* comb. nov. with emended descriptions. Int J Syst Evol Microbiol, 56(Pt 1): 251-257. **No. 1-9-3 and No. 1-30-18**

Lee JS, Pyun YR, Bae KS. 2004. Transfer of *Bacillus ehimensis* and *Bacillus chitinolyticus* to the genus *Paenibacillus* with emended descriptions of *Paenibacillus ehimensis* comb. nov. and *Paenibacillus chitinolyticus* comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 54(3): 929-933. **No. 3-57-30 and No. 3-57-46**

Lee KC, Kim KK, Eom MK, Kim JS, Kim DS, Ko SH, Lee JS. 2014. *Aneurinibacillus soli* sp. nov., isolated from mountain soil. Int J Syst Evol Microbiol, 64(11): 3792-3797. **No. 3-58-4**

Lee KC, Kim KK, Eom MK, Kim MJ, Lee JS. 2011. *Fontibacillus panacisegetis* sp. nov., isolated from soil of a ginseng field. Int J Syst Evol Microbiol, 61(Pt 2): 369-374. **No. 3-60-2**

Lee M, Ten LN, Baek SH, Im WT, Aslam Z, Lee ST. 2007. *Paenibacillus ginsengisoli* sp. nov., a novel bacterium isolated from soil of a ginseng field in Pocheon Province, South Korea. Antonie van Leeuwenhoek, 91(2): 127-135. **No. 3-57-10**

Lee SD, Lee DW. 2009. *Scopulibacillus darangshiensis* gen. nov., sp. nov., isolated from rock. J Microbiol, 47(6): 710-715. **No. 5-70-1**

Lee SY, Choi WY, Oh TK, Yoon JH. 2008. *Lentibacillus salinarum* sp. nov., isolated from a marine solar saltern in Korea. Int J Syst Evol Microbiol, 58(1): 45-49. **No. 1-26-10**

Lee SY, Kang CH, Oh TK, Yoon JH. 2012. *Virgibacillus campisalis* sp. nov., from a marine solar saltern. Int J Syst Evol Microbiol, 62(2): 347-351. **No. 1-50-4**

Lee SY, Oh TK, Kim W, Yoon JH. 2010. *Oceanobacillus locisalsi* sp. nov., isolated from a marine solar saltern. Int J Syst Evol Microbiol, 60(12): 2758-2762. **No. 1-30-11**

Lee SY, Oh TK, Yoon JH. 2010. *Thalassobacillus hwangdonensis* sp. nov., isolated from a tidal flat sediment. Int J Syst Evol Microbiol, 60(9): 2108-2112. **No. 1-48-3**

Lei Z, Qiu P, Ye R, Tian J, Liu Y, Wang L, Tang SK, Li WJ, Tian Y. 2014. *Bacillus shacheensis*sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from a saline-alkali soil. J Gen Appl Microbiol, 60(3): 101-105. **No. 1-1-185**

L'Haridon S, Miroshnichenko ML, Kostrikina NA, Tindall BJ, Spring S, Schumann P, Stackebrandt E, Bonch-Osmolovskaya EA, Jeanthon C. 2006. *Vulcanibacillus modesticaldus* gen. nov., sp. nov., a strictly anaerobic, nitrate-reducing bacterium from deep-sea hydrothermal vents. Int J Syst Evol Microbiol, 56(Pt 5): 1047-1053. **No. 1-51-1**

Li D, Truong TV, Bills TM, Holt BC, van Derwerken DN, Williams JR, Acharya A, Robison RA, Tolley HD, Lee ML. 2012. GC/MS method for positive detection of *Bacillus anthracis* endospores. Anal Chem, 84(3): 1637-1644.

Li J, Lu Q, Liu T, Zhou S, Yang G, Zhao Y. 2014. *Paenibacillus guangzhouensis* sp. nov., an Fe(III)- and humus-reducing bacterium from a forest soil. Int J Syst Evol Microbiol, 64(11): 3891-3896. **No. 3-57-63**

Li J, Yang G, Lu Q, Zhao Y, Zhou S. 2014. *Bacillus haikouensis* sp. nov., a facultatively anaerobic halotolerant bacterium isolated from a paddy soil. Antonie van Leeuwenhoek, 106(4): 789-794. **No. 1-1-85**

Li J, Yang G, Wu M, Zhao Y, Zhou S. 2014. *Bacillus huizhouensis* sp. nov., isolated from a paddy field soil. Antonie van Leeuwenhoek, 106: 357-363. **No. 1-1-96**

Li QQ, Zhou XK, Dang LZ, Cheng J, Hozzein WN, Liu MJ, Hu Q, Li WJ, Duan YQ. 2014. *Paenibacillus nicotianae* sp. nov., isolated from a tobacco sample. Antonie van Leeuwenhoek, 106(6): 1199-1205. **No. 3-57-98**

Li YF, Calley JN, Ebert PJ, Helmes EB. 2014. *Paenibacillus lentus* sp. nov., a β-mannanolytic bacterium isolated from mixed soil samples in a selective enrichment using guar gum as the sole carbon source. Int J Syst Evol Microbiol, 64(4): 1166-1172. **No. 3-57-84**

Li Z, Kawamura Y, Shida O, Yamagata S, Deguchi T, Ezaki T. 2002. *Bacillus okuhidensis* sp. nov., isolated from the Okuhida spa area of Japan. Int J Syst Evol Microbiol, 52(4): 1205-1209. **No. 1-1-153**

Lim JM, Jeon CO, Kim CJ. 2006. *Bacillus taeanensis* sp. nov., a halophilic Gram-positive bacterium from a solar saltern in Korea. Int J Syst Evol Microbiol, 56(12): 2903-2908. **No. 1-1-199**

Lim JM, Jeon CO, Lee JC, Ju YJ, Park DJ, Kim CJ. 2006. *Bacillus koreensis* sp. nov., a spore-forming bacterium, isolated from the rhizosphere of willow roots in Korea. Int J Syst Evol Microbiol, 56: 59-63. **No. 1-1-111**

Lim JM, Jeon CO, Lee JC, Xu LH, Jiang CL, Kim CJ. 2006. *Paenibacillus gansuensis* sp. nov., isolated from desert soil of Gansu Province in China. Int J Syst Evol Microbiol, 56(9): 2131-2134. **No. 3-57-55**

Lim JM, Jeon CO, Lee JR, Park DJ, Kim CJ. 2007. *Bacillus kribbensis* sp. nov., isolated from a soil sample in Jeju, Korea. Int J Syst Evol Microbiol, 57: 2912-2916. **No. 1-1-113**

Lim JM, Jeon CO, Lee SM, Lee JC, Xu LH, Jiang CL, Kim CJ. 2006. *Bacillus salarius* sp. nov., a halophilic, spore-forming bacterium isolated from a salt lake in China. Int J Syst Evol Microbiol, 56(2): 373-377. **No. 1-1-178**

Lim JM, Jeon CO, Park DJ, Kim HR, Yoon BJ, Kim CJ. 2005. *Pontibacillus marinus* sp. nov., a moderately halophilic bacterium from a solar saltern, and emended description of the genus *Pontibacillus*. Int J Syst Evol Microbiol, 55(3): 1027-1031. **No. 1-35-4**

Lim JM, Jeon CO, Park DJ, Xu LH, Jiang CL, Kim CJ. 2006. *Paenibacillus xinjiangensis* sp. nov., isolated from Xinjiang province in China. Int J Syst Evol Microbiol, 56(11): 2579-2582. **No. 3-57-170**

Lim JM, Jeon CO, Song SM, Kim CJ. 2005. *Pontibacillus chungwhensis* gen. nov., sp. nov., a moderately halophilic Gram-positive bacterium from a solar saltern in Korea. Int J Syst Evol Microbiol, 55(1): 165-170. **No. 1-35-1**

Lim JM, Jeon CO, Song SM, Lee JC, Ju YJ, Xu LH, Jiang CL, Kim CJ. 2005. *Lentibacillus lacisalsi* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from a saline lake in China. Int J Syst Evol Microbiol, 55(5): 1805-1809. **No. 1-26-6**

Liu B, Liu GH, Hu GH, Chen MC. 2014. *Bacillus mesonae* sp. nov., isolated from the root of *Mesona chinensis*. Int J Syst Evol Microbiol, 64(10): 3346-3352. **No. 1-1-136**

Liu B, Liu GH, Hu GP, Sengonca C, Lin NQ, Tang JY, Tang WQ, Lin YZ. 2014. *Bacillus bingmayongensis* sp. nov., isolated from the pit soil of Emperor Qin's Terra-cotta warriors in China. Antonie van Leeuwenhoek, 105(3): 501-510. **No. 1-1-34**

Liu B, Liu GH, Sengonca C, Schumann P, Che JM, Zhu YJ, Wang JP. 2015. *Bacillus wuyishanensis* sp. nov., isolated from rhizosphere soil of a medical plant, *Prunella vulgaris*, in the Wuyi mountain of China. Int J Syst Evol Microbiol, 65(7): 2030-2035. **No. 1-1-222**

Liu B, Liu GH, Sengonca C, Schumann P, Wang MK, Tang JY, Chen MC. 2014. *Bacillus cihuensis* sp. nov., isolated from rhizosphere soil of a plant in the Cihu area of Taiwan. Antonie van Leeuwenhoek, 106(6): 1147-1155. **No. 1-1-48**

Liu B, Zhu YJ, Sengonca C. 2006. Laboratory studies on the effect of the bioinsecticide GCSC-BtA(*Bacillus thuringiensis*-Abamectin)on mortality and feeding of diamondback moth *Plutella xylostella* L.(Lepidoptera: Plutellidae)larvae on cabbage. J Plant Dis Protect, 113: 31-36.

Liu GH, Liu B, Lin NQ, Tang WQ, Tang JY, Lin YZ. 2012. Genome Sequence of the Aerobic Bacterium *Bacillus* sp. Strain FJAT-13831. J Bacteriol, 194: 6633.

Liu H, Song Y, Chen F, Zheng S, Wang G. 2013. *Lysinibacillus manganicus* sp. nov., isolated from manganese mining soil. Int J Syst Evol Microbiol, 63(10): 3568-3573. **No. 1-27-8**

Liu H, Zhou Y, Liu R, Zhang KY, Lai R. 2009. *Bacillus solisalsi* sp. nov., a halotolerant, alkaliphilic bacterium isolated from soil around a salt lake. Int J Syst Evol Microbiol, 59(6): 1460-1464. **No. 1-17-9**

Liu J, Wang X, Li M, Du Q, Li Q, Ma P. 2015. *Jilinibacillus soli* gen. nov., sp. nov., a novel member of the family Bacillaceae. Arch Microbiol, 197(1): 11-16. **No. 1-25-1**

Liu W, Jiang L, Guo C, Yang SS. 2010. *Terribacillus aidingensis* sp. nov., a moderately halophilic bacterium. Int J Syst Evol Microbiol, 60(12): 2940-2945. **No. 1-46-1**

Liu WY, Zeng J, Wang L, Dou YT, Yang SS. 2005. *Halobacillus dabanensis* sp. nov. and *Halobacillus aidingensis* sp. nov., isolated from salt lakes in Xinjiang, China. Int J Syst Evol Microbiol, 55(5): 1991-1996. **No. 1-22-1 and No. 1-22-4**

Liu Y, Liu L, Qiu F, Schumann P, Shi Y, Zou Y, Zhang X, Song W. 2010. *Paenibacillus hunanensis* sp. nov., isolated from rice seeds. Int J Syst Evol Microbiol, 60(6): 1266-1270. **No. 3-57-70**

Liu YJ, Long LJ, Huang XF, You ZQ, Wang FZ, Li J, Kim CJ, Tian XP, Zhang S. 2013. *Bacillus oceani* sp. nov., a new slightly halophilic bacterium, isolated from a deep sea sediment environment. Antonie van Leeuwenhoek, 104(5): 829-836. **No. 1-1-150**

Logan NA, Berge O, Bishop AH, Busse HJ, de Vos P, Fritze D, Heyndrickx M, Kämpfer P, Rabinovitch L, Salkinoja-Salonen MS, Seldin L, Ventosa A. 2009. Proposed minimal standards for describing new taxa of aerobic, endospore-forming bacteria. Int J Syst Evol Microbiol, 59: 2114-2121.

Logan NA, Berkeley RCW. 1984. Identification of *Bacillus* strains using the API system. J Gen Microbiol, 130: 1871-1882.

Logan NA, de Clerck E, Lebbe L, Verhelst A, Goris J, Forsyth G, Rodríguez-Díaz M, Heyndrickx M, de Vos P. 2004. *Paenibacillus cineris* sp. nov. and *Paenibacillus cookii* sp. nov., from Antarctic volcanic soils and a gelatin-processing plant. Int J Syst Evol Microbiol, 54(4): 1071-1076. **No. 3-57-33 and No. 3-57-35**

Logan NA, Forsyth G, Lebbe L, Goris J, Heyndrickx M, Balcaen A, Verhelst A, Falsen E, Ljungh A, Hansson HB, de Vos P. 2002. Polyphasic identification of *Bacillus* and *Brevibacillus* strains from clinical, dairy and industrial specimens and proposal of *Brevibacillus invocatus* sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 52(3): 953-966. **No. 3-59-11**

Logan NA, Heyndricky M, Berkeley RCW, de Vos P. 1998. *Paenibacillus azotofixans*(Seldin et al. 1984)Ash et al. 1995 does not have priority over *Paenibacillus durum*(Smith and Cato 1974)Collins et al. 1994: request for an opinion. Int J Syst Bacteriol, 48: 325-326. **No. 3-57-44**

Logan NA, Lebbe L, Hoste B, Goris J, Forsyth G, Heyndrickx M, Murray BL, Syme N, Wynn-Williams DD, de Vos P. 2000. Aerobic endospore-forming bacteria from geothermal environments in northern Victoria Land, Antarctica, and Candlemas Island, South Sandwich archipelago, with the proposal of *Bacillus fumarioli* sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 50: 1741-1753. **No. 1-1-76**

Logan NA, Lebbe L, Verhelst A, Goris J, Forsyth G, Rodriguez-Diaz M, Heyndrickx M, de Vos P. 2002. *Bacillus luciferensis* sp. nov., from volcanic soil on Candlemas Island, South Sandwich archipelago. Int J Syst Evol Microbiol, 52(6): 1985-1989. **No. 1-1-123**

Logan NA, Lebbe L, Verhelst A, Goris J, Forsyth G, Rodríguez-Díaz M, Heyndrickx M, de Vos P. 2004. *Bacillus shackletonii* sp. nov., from volcanic soil on Candlemas Island, South Sandwich archipelago. Int J Syst Evol Microbiol, 54(2): 373-376. **No. 1-1-186**

Lu J, Nogi Y, Takami H. 2001. *Oceanobacillus iheyensis* gen. nov., sp. nov., a deep-sea extremely halotolerant and alkaliphilic species isolated from a depth of 1050 m on the Iheya Ridge. FEMS Microbiol Lett, 205(2): 291-297. **No. 1-30-6**

Lu Q, Yang G, Ma C, Qin D, Li D, Zhou S. 2014. *Ornithinibacillus halotolerans* sp. nov., isolated from a saline soil. Int J Syst Evol Microbiol, 64(Pt 5): 1685-1689. **No. 1-31-5**

Ludwig W, Schleifer KH, Whitman WB. 2007. Revised road map to the phylum *Firmicutes*. Bergey's Manual Trust website, http://www.bergeys.org/outlines/ Bergeys_Vol_3_Outline.pdf.[2015-8-20].

Ludwig W, Schleifer KH. 2005. Molecular phylogeny of bacteria based on comparative sequence analysis of conserved genes. In Microbial Phylogeny and Evolution, Concepts and Controversies(edited by Sapp). New York: Oxford University Press, 70-98.

Ma Y, Xia Z, Liu X, Chen S. 2007. *Paenibacillus sabinae* sp. nov., a nitrogen-fixing species isolated from the rhizosphere soils of shrubs. Int J Syst Evol Microbiol, 57(1): 6-11. **No. 3-57-126**

Ma Y, Zhang J, Chen S. 2007. *Paenibacillus zanthoxyli* sp. nov., a novel nitrogen-fixing species isolated from the rhizosphere of *Zanthoxylum simulans*. Int J Syst Evol Microbiol, 57(4): 873-877. **No. 3-57-176**

Ma YC, Chen SF. 2008. *Paenibacillus forsythiae* sp. nov., a nitrogen-fixing species isolated from rhizosphere soil of *Forsythia mira*. Int J Syst Evol Microbiol, 58(2): 319-323. **No. 3-57-53**

Madhaiyan M, Poonguzhali S, Kwon SW, Sa TM. 2010. *Bacillus methylotrophicus* sp. nov., a methanol-utilizing, plant-growth-promoting bacterium isolated from rice rhizosphere soil. Int J Syst Evol Microbiol, 60(10): 2490-2495. **No. 1-1-139**

Madhaiyan M, Poonguzhali S, Lee JS, Lee KC, Hari K. 2011. *Bacillus rhizosphaerae* sp. nov., an novel diazotrophic bacterium isolated from sugarcane rhizosphere soil. Antonie van Leeuwenhoek, 100(3): 437-444. **No. 1-1-175**

Manachini PL, Fortina MG, Parini C, Craveri R. 1985. *Bacillus thermoruber* sp. nov., nom. rev., a red-pigmented thermophilic bacterium. Int J Syst Bacteriol, 35: 493-496. **No. 3-59-20**

Manachini PL, Mora D, Nicastro G, Parini C, Stackebrandt E, Pukall R, Fortina MG. 2000. *Bacillus thermodenitrificans* sp. nov., nom. rev. Int J Syst Evol Microbiol, 50(3): 1331-1337. **No. 1-19-11**

Manickam N, Singh NK, Bajaj A, Kumar RM, Kaur G, Kaur N, Bala M, Kumar A, Mayilraj S. 2014. *Bacillus mesophilum* sp. nov., strain IITR-54^{T}, a novel 4-chlorobiphenyl dechlorinating bacterium. Arch Microbiol, 196(7): 517-523. **No. 1-1-137**

Marcinowskaa R, Trygga J, Hans WW, Thomas M, Izabella S. 2011. Optimization of a sample preparation method for the metabolomic analysis of clinically relevant bacteria. J Microbiol Methods, 87(1): 24-31.

Márquez MC, Carrasco IJ, de la Haba RR, Jones BE, Grant WD, Ventosa A. 2011. *Bacillus locisalis* sp. nov., a new haloalkaliphilic species from hypersaline and alkaline lakes of China, Kenya and Tanzania. Syst Appl Microbiol, 34: 424-428. **No. 1-1-121**

Márquez MC, Carrasco IJ, Xue Y, Ma Y, Cowan DA, Jones BE, Grant WD, Ventosa A. 2008. *Aquisalibacillus elongatus* gen. nov., sp. nov., a moderately halophilic bacterium of the family *Bacillaceae* isolated from a saline lake. Int J Syst Evol Microbiol, 58(8): 1922-1926. **No. 1-10-1**

Marshall BJ, Ohey DF. 1966. *Bacillus macquariensis* n. sp., a psychrotrophic bacterium from sub-Antarctic soil. J Gen Microbiol, 44: 41-46. **No. 3-57-87**

Matsubara H, Goto K, Matsumura T, Mochida K, Iwaki M, Niwa M, Yamasato K. 2002. *Alicyclobacillus acidiphilus* sp. nov., a novel thermo-acidophilic, ω-alicyclic fatty acid-containing bacterium isolated from acidic beverages. Int J Syst Evol Microbiol, 52(5): 1681-1685. **No. 2-52-1**

Maughan H, van der Auwera G. 2011. *Bacillus* taxonomy in the genomic era finds phenotypes to be essential though often

misleading. Infect Genet Evol, 11: 789-797.

Mayr E. 1982. Processes of speciation in animals. Prog Clin Biol Res, 96: 1-19.

Mayr R, Busse HJ, Worliczek HL, Ehling-Schulz M, Scherer S. 2006. *Ornithinibacillus* gen. nov., with the species *Ornithinibacillus bavariensis* sp. nov. and *Ornithinibacillus californiensis*sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 56(6): 1383-1389. **No. 1-31-1 and No. 1-31-2**

McCarthy BJ, Bolton ET. 1963. An approach to the measurement of genetic relatedness among organisms. Proc Natl Acad Sci USA, 50: 156-164.

Meehan C, Bjourson AJ, McMullan G. 2001. *Paenibacillus azoreducens* sp. nov., a synthetic azo dye decolorizing bacterium from industrial wastewater. Int J Syst Evol Microbiol, 51(5): 1681-1685. **No. 3-57-14**

Mehrshad M, Amoozegar MA, Didari M, Bagheri M, Fazeli SA, Schumann P, Spröer C, Sánchez-Porro C, Ventosa A. 2013. *Bacillus halosaccharovorans* sp. nov., a moderately halophilic bacterium from a hypersaline lake. Int J Syst Evol Microbiol, 63: 2776-2781. **No. 1-1-89**

Meier-Kolthoff JP, Auch AF, Klenk HP, Göker M. 2013. Genome sequence-based species delimitation with confidence intervals and improved distance functions. BMC Bioinformatics, 14: 60.

Meier-Stauffer K, Busse HJ, Rainey FA, Burghardt J, Scheberl A, Hollaus F, Kuen B, Makristathis A, Sleytr UB, Messner P. 1996. Description of *Bacillus thermoaerophilus* sp. nov., to include sugar beet isolates and *Bacillus brevis* ATCC 12990. Int J Syst Bacteriol, 46: 532-541. **No. 3-58-6**

Melamud VS, Pivovarova TA, Turova TP, Kolganova TV, Osipov GA, Lysenko AM, Kondrat'eva TF, Karavaĭko GI. 2003. *Sulfobacillus sibiricus* sp. nov., a new moderately thermophilic bacterium. Microbiology, 72(5): 605-612(in Russian). **No. 2-54-3**

Meyer A, Gottheil O. 1901. *In*: Gottheil O. Botanische beschreibung einiger bodenbakterien. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene. Abteilung II, 7: 680-691. **No. 1-1-171**

Meyer A, Neide E. 1904. *In*: Neide E. Botanische beschreibung einiger sporenbildenden bakterien. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene. Abteilung II, 12: 337-352. **No. 1-27-16**

Mi H, Dong Q, Muruganujan A, Gaudet P, Lewis S, Thomas PD. 2010. PANTHER version 7: improved phylogenetic trees, orthologs and collaboration with the Gene Ontology Consortium. Nucleic Acids Research, 38: D204-D210.

Migula W. 1900. System der Bakterien, Vol. 2, Gustav Fischer, Jena.**No. 3-59-4**

Miñana-Galbis D, Pinzón DL, Lorén JG, Manresa A, Oliart-Ros RM. 2010. Reclassification of *Geobacillus pallidus(*Scholz et al. 1988)Banat et al. 2004 as *Aeribacillus pallidus* gen. nov., comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 60(7): 1600-1604. **No. 1-2-1**

Ming H, Nie GX, Jiang HC, Yu TT, Zhou EM, Feng HG, Tang SK, Li WJ. 2012. *Paenibacillus frigoriresistens* sp. nov., a novel psychrotroph isolated from a peat bog in Heilongjiang, Northern China. Antonie van Leeuwenhoek, 102(2): 297-305. **No. 3-57-54**

Mishra AK, Lagier J, Robert C, Raoult D, Fournier PE. 2013. Genome sequence and description of *Timonella senegalensis* gen. nov., sp. nov., a new member of the suborder Micrococcinae. Stand Genomic Sci, 8(2): 318.

Mishra AK, Pfleiderer A, Lagier JC, Robert C, Raoult D, Fournier PE. 2013. Non-contiguous finished genome sequence and description of *Bacillus massilioanorexius* sp. nov. Stand Genomic Sci, 8(3): 465-479. **No. 1-1-132**

Miwa H, Ahmed I, Yokota A, Fujiwara T. 2009. *Lysinibacillus parviboronicapiens* sp. nov., a low-boron-containing bacterium isolated from soil. Int J Syst Evol Microbiol, 59(6): 1427-1432. **No. 1-27-14**

Montefusco A, Nakamura LK, Labeda DP. 1993. *Bacillus peoriae* sp. nov. Int J Syst Bacteriol, 43: 388-390. **No. 3-57-105**

Montes MJ, Mercadé E, Bozal N, Guinea J. 2004. *Paenibacillus antarcticus* sp. nov., a novel psychrotolerant organism from the Antarctic environment. Int J Syst Evol Microbiol, 54(5): 1521-1526. **No. 3-57-11**

Moon J, Kim J. 2014. Isolation of *Paenibacillus pinesoli* sp. nov. from forest soil in Gyeonggi-Do, Korea. J Microbiol, 52(4): 273-277. **No. 3-57-110**

Moon JC, Jung YJ, Jung JH, Jung HS, Cheong YR, Jeon CO, Lee KO, Lee SY. 2011. *Paenibacillus sacheonensis* sp. nov., a xylanolytic and cellulolytic bacterium isolated from tidal flat sediment. Int J Syst Evol Microbiol, 61(11): 2753-2757. **No. 3-57-127**

Nagel M, Andreesen JR. 1991. *Bacillus niacini* sp. nov., a nicotinate-metabolizing mesophile isolated from soil. Int J Syst Bacteriol, 41: 134-139. **No. 1-1-148**

Nakamura K, Haruta S, Ueno S, Ishii M, Yokota A, Igarashi Y. 2004. *Cerasibacillus quisquiliarum* gen. nov., sp. nov., isolated from a semi-continuous decomposing system of kitchen refuse. Int J Syst Evol Microbiol, 54(4): 1063-1069. **No. 1-13-1**

Nakamura LK 1993. DNA relatedness of *Bacillus brevis* Migula 1900 strains and proposal of *Bacillus agri* sp. nov., nom. rev., and *Bacillus centrosporus* sp. nov., nom. rev. Int J Syst Bacteriol, 43: 20-25. **No. 3-59-1 and No. 3-59-5**

Nakamura LK, Blumenstock I, Claus D. 1988. Taxonomic study of *Bacillus coagulans* Hammer 1915 with a proposal for *Bacillus smithii* sp. nov. Int J Syst Bacteriol, 38: 63-73. **No. 1-1-190**

Nakamura LK, Jackson MA. 1995. Clarification of the Taxonomy of *Bacillus mycoides*. Int J Syst Bacteriol, 45: 46-49.

Nakamura LK, Roberts MS, Cohan FM. 1999. Relationship of *Bacillus subtilis* clades associated with strains 168 and W23:

a proposal for *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* subsp. nov. and *Bacillus subtilis* subsp. *spizizenii* subsp. nov. Int J Syst Bacteriol, 49(3): 1211-1215. **No. 1-1-198**

Nakamura LK, Shida O, Takagi H, Komagata K. 2002. *Bacillus pycnus* sp. nov. and *Bacillus neidei* sp. nov., round-spored bacteria from soil. Int J Syst Evol Microbiol, 52(2): 501-505. **No. 4-64-1 and No. 4-67-3**

Nakamura LK. 1984. *Bacillus amylolyticus* sp. nov., nom. rev., *Bacillus lautus* sp. nov., nom. rev., *Bacillus pabuli* sp. nov., nom. rev., and *Bacillus validus* sp. nov., nom. rev. Int J Syst Bacteriol, 34: 224-226. **No. 3-57-9, No. 3-57-81, No. 3-57-101 and No. 3-57-165**

Nakamura LK. 1984. *Bacillus psychrophilus* sp. nov., nom. rev. Int J Syst Bacteriol, 34: 121-123.

Nakamura LK. 1984. *Bacillus pulvifaciens* sp. nov., nom. rev. Int J Syst Bacteriol, 34: 410-413. **No. 3-57-80**

Nakamura LK. 1987. *Bacillus alginolyticus* sp. nov. and *Bacillus chondroitinus* sp. nov., two alginate-degrading species. Int J Syst Bacteriol, 37: 284-286. **No. 3-57-5 and No. 3-57-31**

Nakamura LK. 1989. Taxonomic relationship of black-pigmented *Bacillus subtilis* strains and a proposal for *Bacillus atrophaeus* sp. nov. Int J Syst Bacteriol, 39: 295-300. **No. 1-1-25**

Nakamura LK. 1990. *Bacillus thiaminolyticus* sp. nov., nom. rev. Int J Syst Bacteriol, 40: 242-246. **No. 3-57-156**

Nakamura LK. 1996. *Paenibacillus apiarius* sp. nov. Int J Syst Bacteriol, 46(3): 688-693. **No. 3-57-12**

Nakamura LK. 1997. Reclassification of "*Bacillus pulvifaciens*" group II as *Brevibacillus agri*. Curr Microbiol, 34(4): 233-237.

Nakamura LK. 1998. *Bacillus pseudomycoides* sp. nov. Int J Syst Bacteriol, 48: 1031-1035. **No. 1-1-169**

Nakamura LK, Jackson MA. 1995. Clarification of the Taxonomy of *Bacillus mycoides*. Int J Syst Bacteriol, 45: 46-49.

Nam JH, Bae W, Lee DH. 2008. *Oceanobacillus caeni* sp. nov., isolated from a *Bacillus*-dominated wastewater treatment system in Korea. Int J Syst Evol Microbiol, 58(5): 1109-1113. **No. 1-30-1**

Namsaraev ZB, Babasanova OB, Dunaevsky YE, Akimov VN, Barkhutova DD, Gorlenko VM, Namsaraev BB. 2010. *Anoxybacillus mongoliensis* sp. nov., a novel thermophilic proteinase producing bacterium isolated from alkaline hot spring, central Mongolia. Microbiology(English translation of Mikrobiologiia), 79(4): 491-499. **No. 1-8-13**

Namwong S, Tanasupawat S, Lee KC, Lee JS. 2009. *Oceanobacillus kapialis* sp. nov., from fermented shrimp paste in Thailand. Int J Syst Evol Microbiol, 59(9): 2254-2259. **No. 1-30-8**

Namwong S, Tanasupawat S, Smitinont T, Visessanguan W, Kudo T, Itoh T. 2005. Isolation of *Lentibacillus salicampi* strains and *Lentibacillus juripiscarius* sp. nov. from fish sauce in Thailand. Int J Syst Evol Microbiol, 55(1): 315-320. **No. 1-26-4 and No. 1-26-9**

Nazina TN, Lebedeva EV, Poltaraus AB, Tourova TP, Grigoryan AA, Sokolova DSH, Lysenko AM, Osipov GA. 2004. *Geobacillus gargensis* sp. nov., a novel thermophile from a hot spring, and the reclassification of *Bacillus vulcani* as *Geobacillus vulcani*comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 54(6): 2019-2024. **No. 1-19-10 and No. 1-19-16**

Nazina TN, Sokolova DSh, Grigoryan AA, Shestakova NM, Mikhailova EM, Poltaraus AB, Tourova TP, Lysenko AM, Osipov GA, Belyaev SS. 2005. *Geobacillus jurassicus* sp. nov., a new thermophilic bacterium isolated from a high-temperature petroleum reservoir, and the validation of the *Geobacillus* species. Syst Appl Microbiol, 28(1): 43-53. **No. 1-19-3**

Nazina TN, Tourova TP, Poltaraus AB, Novikova EV, Grigoryan AA, Ivanova AE, Lysenko AM, Petrunyaka VV, Osipov GA, Belyaev SS, Ivanov MV. 2001. Taxonomic study of aerobic thermophilic bacilli: descriptions of *Geobacillus subterraneus* gen. nov., sp. nov. and *Geobacillus uzenensis* sp. nov. from petroleum reservoirs and transfer of *Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus thermocatenulatus*, *Bacillus thermoleovorans*, *Bacillus kaustophilus*, *Bacillus thermoglucosidasius* and *Bacillus thermodenitrificans* to *Geobacillus* as the new combinations *G. stearothermophilus*, *G. thermocatenulatus*, *G. thermoleovorans*, *G. kaustophilus*, *G. thermoglucosidasius* and *G. thermodenitrificans*. Int J Syst Evol Microbiol, 51(2): 433-446. **No. 1-19-4, No. 1-19-7, No. 1-19-8, No. 1-19-10, No. 1-19-11, No. 1-19-12, No. 1-19-13 and No. 1-19-15**

Nedashkovskaya OI, van Trappen S, Frolova GM, de Vos P. 2012. *Bacillus berkeleyi* sp. nov., isolated from the sea urchin *Strongylocentrotus intermedius*. Arch Microbiol, 194: 215-221. **No. 1-1-32**

Nelson DM, Glawe AJ, Labeda DP, Cann IK, Mackie RI. 2009. *Paenibacillus tundrae* sp. nov. and *Paenibacillus xylanexedens* sp. nov., psychrotolerant, xylan-degrading bacteria from Alaskan tundra. Int J Syst Evol Microbiol, 59(7): 1708-1714. **No. 3-57-159 and No. 3-57-171**

Nemec A, Krizova L, Maixnerova M, van der Reijden TJ, Deschaght P, Passet V, Vaneechoutte M, Brisse S, Dijkshoorn L. 2011. Genotypic and phenotypic characterization of the *Acinetobacter calcoaceticus*-*Acinetobacter baumannii* complex with the proposal of *Acinetobacter pittii* sp. nov.(formerly *Acinetobacter* genomic species 3)and *Acinetobacter nosocomialis* sp. nov.(formerly *Acinetobacter* genomic species 13TU). Res Microbiol, 162: 393-404.

Newcombe D, Dekas A, Mayilraj S, Venkateswaran K. 2009. *Bacillus canaveralius* sp. nov., an alkali-tolerant bacterium isolated from a spacecraft assembly facility. Int J Syst Evol Microbiol, 59: 2015-2019. **No. 1-1-39**

Nguyen NL, Kim YJ, Hoang VA, Min JW, Liang ZQ, Yang DC. 2013. *Bacillus ginsengisoli* sp. nov., isolated from soil of a ginseng field. Int J Syst Evol Microbiol, 63: 855-860. **No. 1-1-82**

Nicholson JK, Lindon JC, Holmes E. 1999. Metabonomics: Understanding the metabolic Response s of living systems to

pathophysiological stimuli via multivariate statistical analysis of biological NMR spectroscopic data. Xenohiotic, 29(11): 1181-1189.

Nicolaus B, Improta R, Manca MC, Lama L, Esposito E, Gambacorta A. 1998. *Alicyclobacilli* from an unexplored geothermal soil in Antarctica: Mount Rittmann. Polar Biol, 19: 133-141. **No. 2-52-2**

Nicolaus B, Lama L, Esposito E, Manca MC, di Prisco G, Gambacorta A. 1996. "*Bacillus thermoantarcticus*" sp. nov., from Mount Melbourne, Antarctica: a novel thermophilic species. Polar Biol, 16: 101-104. **No. 1-19-9**

Niederberger TD, Steven B, Charvet S, Barbier B, Whyte LG. 2009. *Virgibacillus arcticus* sp. nov., a moderately halophilic, endospore-forming bacterium from permafrost in the Canadian high Arctic. Int J Syst Evol Microbiol, 59(9): 2219-2225. **No. 1-50-2**

Nielsen P, Fritze D, Priest FG. 1995. Phenetic diversity of alkaliphilic *Bacillus* strains: proposal for nine new species. Microbiology, 141(7): 1745-1761. **No. 1-1-9, No. 1-1-50, No. 1-1-51, No. 1-1-80, No. 1-1-86, No. 1-1-88, No. 1-1-93, No. 1-1-167 and No. 1-1-168**

Nielsen P, Rainey FA, Outtrup H, Priest FG, Fritze D. 1994. Comparative 16S rDNA sequence analysis of some alkaliphilic bacilli and the establishment of a sixth rRNA group within the genus *Bacillus*. FEMS Microbiol Lett, 117: 61-65.

Niimura Y, Koh E, Yanagida F, Suzuki KI, Komagata K, Kozaki M. 1990. *Amphibacillus xylanus* gen. nov., sp. nov., a facultatively anaerobic sporeforming xylan-digesting bacterium which lacks cytochrome, quinone, and catalase. Int J Syst Bacteriol, 40: 297-301. **No. 1-6-10**

Nogi Y, Takami H, Horikoshi K. 2005. Characterization of alkaliphilic *Bacillus* strains used in industry: proposal of five novel species. Int J Syst Evol Microbiol, 55(Pt 6): 2309-2315. **No. 1-1-11, No. 1-1-42, No. 1-1-90, No. 1-1-128 and No. 1-1-220**

Noguchi H, Uchino M, Shida O, Takano K, Nakamura LK, Komagata K. 2004. *Bacillus vietnamensis* sp. nov., a moderately halotolerant, aerobic, endospore-forming bacterium isolated from Vietnamese fish sauce. Int J Syst Evol Microbiol, 54(6): 2117-2120. **No. 1-1-218**

Norris PR, Clark DA, Owen JP, Waterhouse S. 1996. Characteristics of *Sulfobacillus acidophilus* sp. nov. and other moderately thermophilic mineral-sulphide-oxidizing bacteria. Microbiology, 142(4): 775-783. **No. 2-54-1**

Nowlan B, Dodia MS, Singh SP, Patel BK. 2006. *Bacillus okhensis* sp. nov., a halotolerant and alkalitolerant bacterium from an Indian saltpan. Int J Syst Evol Microbiol, 56(5): 1073-1077. **No. 1-1-152**

Nunes I, Tiago I, Pires AL, da Costa MS, Veríssimo A. 2006. *Paucisalibacillus globulus* gen. nov., sp. nov., a Gram-positive bacterium isolated from potting soil. Int J Syst Evol Microbiol, 56(8): 1841-1845. **No. 1-33-2**

Oh HW, Kim BC, Lee KH, Kim do Y, Park DS, Park HM, Bae KS. 2008. *Paenibacillus camelliae* sp. nov., isolated from fermented leaves of *Camellia sinensis*. J Microbiol, 46(5): 530-534. **No. 3-57-21**

Olivera N, Siñeriz F, Breccia JD. 2005. *Bacillus patagoniensis* sp. nov., a novel alkalitolerant bacterium from the rhizosphere of Atriplex lampa in Patagonia, Argentina. Int J Syst Evol Microbiol, 55(1): 443-447. **No. 1-1-161**

Osman S, Satomi M, Venkateswaran K. 2006. *Paenibacillus pasadenensis* sp. nov. and *Paenibacillus barengoltzii* sp. nov., isolated from a spacecraft assembly facility. Int J Syst Evol Microbiol, 56(7): 1509-1514. **No. 3-57-16 and No. 3-57-103**

Owen RJ, Hill LR. 1979. The estimation of base compositions, base pairing and genome size of bacterial deoxyribonucleic acids. *In*: Skinner FA, Lovelock DW. Identification Methods for Microbiologists(Society for Applied Bacteriology Technical Series no. 14), 2nd edn. London: Academic Press: 277-296.

Pakdeeto A, Tanasupawat S, Thawai C, Moonmangmee S, Kudo T, Itoh T. 2007. *Lentibacillus kapialis* sp. nov., from fermented shrimp paste in Thailand. Int J Syst Evol Microbiol, 57(2): 364-369. **No. 1-26-5**

Palmisano MM, Nakamura LK, Duncan KE, Istock CA, Cohan FM. 2001. *Bacillus sonorensis* sp. nov., a close relative of *Bacillus licheniformis*, isolated from soil in the Sonoran Desert, Arizona. Int J Syst Evol Microbiol, 51(5): 1671-1679. **No. 1-1-194**

Pappa A, Sánchez-Porro C, Lazoura P, Kallimanis A, Perisynakis A, Ventosa A, Drainas C, Koukkou AI. 2010. *Bacillus halochares* sp. nov., a halophilic bacterium isolated from a solar saltern. Int J Syst Evol Microbiol, 60: 1432-1436. **No. 1-1-87**

Park DS, Jeong WJ, Lee KH, Oh HW, Kim BC, Bae KS, Park HY. 2009. *Paenibacillus pectinilyticus* sp. nov., isolated from the gut of *Diestrammena apicalis*. Int J Syst Evol Microbiol, 59(6): 1342-1347. **No. 3-57-104**

Park MH, Traiwan J, Jung MY, Nam YS, Jeong JH, Kim W. 2011. *Paenibacillus chungangensis* sp. nov., isolated from a tidal-flat sediment. Int J Syst Evol Microbiol, 61(2): 281-285. **No. 3-57-32**

Park MJ, Kim HB, An DS, Yang HC, Oh ST, Chung HJ, Yang DC. 2007. *Paenibacillus soli* sp. nov., a xylanolytic bacterium isolated from soil. Int J Syst Evol Microbiol, 57(1): 146-150. **No. 3-57-137**

Peak KK, Duncan KE, Veguilla W, Luna VA, King DS, Heller L, Heberlein-Larson L, Reeves F, Cannons AC, Amuso P, Cattani J. 2007. *Bacillus acidiceler* sp. nov., isolated from a forensic specimen, containing *Bacillus anthracis* pX02 genes. Int J Syst Evol Microbiol, 57(Pt 9): 2031-2036. **No. 1-1-2**

Peng QZ, Chen J, Zhang YQ, Chen QH, Peng DJ, Cui XL, Li WJ, Chen YG. 2009. *Virgibacillus zhanjiangensis* sp. nov., a marine bacterium isolated from sea water. Antonie van Leeuwenhoek, 96(4): 645-652. **No. 1-50-27**

Peng QZ, Peng QJ, Zhang YQ, Liu ZX, Wang YX, Li WJ, Cui XL, Chen YG. 2009. *Halobacillus hunanensis* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from a subterranean brine. Antonie van Leeuwenhoek, 96(4): 497-504. **No. 1-22-7**

Pereira SG, Albuquerque L, Nobre MF, Tiago I, Veríssimo A, Pereira A, da Costa MS. 2013. *Pullulanibacillus uraniitolerans* sp. nov., an acidophilic, U(VI)-resistant species isolated from an acid uranium mill tailing effluent and emended description of the genus *Pullulanibacillus*. Int J Syst Evol Microbiol, 63(Pt 1): 158-162. **No. 5-69-2**

Pérez-Davó A, Aguilera M, Ramos-Cormenzana A, Monteoliva-Sánchez M. 2014. *Alkalibacillus almallahensis* sp. nov., a halophilic bacterium isolated from an inland solar saltern. Int J Syst Evol Microbiol, 64(6): 2066-2071. **No. 1-3-1**

Pérez-Ibarra BM, Flores ME, García-Varela M. 2007. Isolation and characterization of *Bacillus thioparus* sp. nov., chemolithoautotrophic, thiosulfate-oxidizing bacterium. FEMS Microbiol Lett, 271(2): 289-296. **No. 1-1-209**

Pettersson B, de Silva SK, Uhlén M, Priest FG. 2000. *Bacillus siralis* sp. nov., a novel species from silage with a higher order structural attribute in the 16S rRNA genes. Int J Syst Evol Microbiol, 50(6): 2181-2187. **No. 1-1-189**

Pettersson B, Rippere KE, Yousten AA, Priest FG. 1999. Transfer of *Bacillus lentimorbus* and *Bacillus popilliae* to the genus *Paenibacillus* with emended descriptions of *Paenibacillus lentimorbus* comb. nov. and *Paenibacillus popilliae* comb. nov. Int J Syst Bacteriol, 49(2): 531-540. **No. 3-57-83 and No. 3-57-113**

Pichinoty F, de Barjac H, Mandel M, Asselineau J. 1983. Description of *Bacillus azotoformans* sp. nov. Int J Syst Bacteriol, **33**: 660-662. **No. 1-1-27**

Pichinoty F, Waterbury JB, Mandel M, Asselineau J. 1986. *Bacillus gordonae* sp. nov., une nouvelle espèce appartenant au second groupe morphologique, dégradant divers composés aromatiques. Ann Inst Pasteur, 137A: 65-78. **No. 3-57-165**

Pichnoty F, Asselineau J, Mandel M. 1984. Caractérisation biochimique de *Bacillus benzoevorans* sp. nov., une nouvelle espèce filamenteuse, engainée et mésophile, dégradant divers acides aromatiques et phénols. Ann Microbiol, 135B: 209-217. **No. 1-1-30**

Pikuta E, Cleland D, Tang J. 2003. Aerobic growth of *Anoxybacillus pushchinoensis* K1^{T}: emended descriptions of *A. pushchinoensis* and the genus*Anoxybacillus*. Int J Syst Evol Microbiol, 53(5): 1561-1562. **No. 1-8-14**

Pikuta E, Lysenko A, Chuvilskaya N, Mendrock U, Hippe H, Suzina N, Nikitin D, Osipov G, Laurinavichius K. 2000. *Anoxybacillus pushchinensis* gen. nov., sp. nov., a novel anaerobic alkaliphilic, moderately thermophilic bacterium from manure, and description of *Anoxybacillus flavithermus* comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 50(6): 2109-2117. **No. 1-8-8 and No. 1-8-14**

Poli A, Esposito E, Lama L, Orlando P, Nicolaus G, de Appolonia F, Gambacorta A, Nicolaus B. 2006. *Anoxybacillus amylolyticus* sp. nov., a thermophilic amylase producing bacterium isolated from Mount Rittmann(Antarctica). Syst Appl Microbiol, 29(4): 300-307. **No. 1-8-1**

Poli A, Guven K, Romano I, Pirinccioglu H, Guven RG, Euzeby JP, Matpan F, Acer O, Orlando P, Nicolaus B. 2012. *Geobacillus subterraneus* subsp. *aromaticivorans* subsp. nov., a novel thermophilic and alkaliphilic bacterium isolated from a hot spring in Sırnak, Turkey. J Gen Appl Microbiol, 58(6): 437-446. **No. 1-19-8**

Poli A, Laezza G, Gul-Guven R, Orlando P, Nicolaus B. 2011. *Geobacillus galactosidasius* sp. nov., a new thermophilic galactosidase-producing bacterium isolated from compost. Syst Appl Microbiol, 34(6): 419-423. **No. 1-19-2**

Poli A, Romano I, Cordella P, Orlando P, Nicolaus B, Ceschi Berrini C. 2009. *Anoxybacillus thermarum* sp. nov., a novel thermophilic bacterium isolated from thermal mud in Euganean hot springs, Abano Terme, Italy. Extremophiles, 13(6): 867-874. **No. 1-8-20**

Poudel P, Miyamoto H, Miyamoto H, Okugawa Y, Tashiro Y, Sakai K. 2014. Thermotolerant *Bacillus kokeshiiformis* sp. nov. isolated from marine animal resources compost. Int J Syst Evol Microbiol, 64: 2668-2674. **No. 1-1-110**

Prazmowski A. 1880. Untersuchung über die Entwickelungsgeschichte und Fermentwirking einiger Bacterien-Arten. Inaugural Dissertation. Leipzig: Hugo Voigt: 1-58. **No. 3-57-112**

Pride DT, Meinersmann RJ, Wassenaar TM, Blaser MJ. 2003. Evolutionary implications of microbial genome tetranucleotide frequency biases. Genome Research, 13(2): 145-158.

Priest FG, Goodfellow M, Shute LA, Berkeley RCW. 1987. *Bacillus amyloliquefaciens* sp. nov. norn. rev. Int J Syst Evol Microbiol, 37(1): 69-71. **No. 1-1-19**

Priest FG, Goodfellow M, Todd C. 1988. A numerical classification of the genus *Bacillus*. J Gen Microbiol, 134: 1847-1882. **No. 1-1-72, No. 1-1-170, No. 1-1-188, No. 1-19-4 and No. 1-27-4**

Priest FG, Grigorova R. 1990. Methods for studying the ecology of endospore-forming bacteria. *In*: Grigorova R, Norris JR. Methods in Microbiology ed. London: Academic Press: 565-591.

Priest FG. 1993. Systematics and ecology of *Bacillus*. In: Sonenshein AL, Hoch JA, Losick R(eds.). *Bacillus subtilis* and other Gram-positive bacteria—Biochemistry, Physiology, and Molecular Genetics. American Society for Microbiology, Washington, D.C: ASM press.

Proom H, Knight BCJG. 1950. *Bacillus pantothenticus*(n. sp.). J Gen Microbiol, 4: 539-541. **No. 1-50-17**

Pugin B, Blamey JM, Baxter BK, Wiegel J. 2012. *Amphibacillus cookii* sp. nov., a facultatively aerobic, spore-forming, moderately halophilic, alkalithermotolerant bacterium. Int J Syst Evol Microbiol, 62(9): 2090-2096. **No. 1-6-1**

Pukall R, Schumann P, Clermont D, Bizet C. 2008. *Bacillus aeolius* DSM 15084^{T}(=CIP 107628^{T})is a strain of *Bacillus*

licheniformis. Int J Syst Evol Microbiol, 58(Pt 5): 1268-1270.

Qin QL, Xie BB, Zhang XY, Chen XL, Zhou BC, Zhou J, Oren A, Zhang YZ. 2014. A proposed genus boundary for the prokaryotes based on genomic insights. J Bacteriol, 196(12): 2210-2215.

Qiu F, Zhang X, Liu L, Sun L, Schumann P, Song W. 2009. *Bacillus beijingensis* sp. nov. and *Bacillus ginsengi* sp. nov., isolated from ginseng root. Int J Syst Evol Microbiol, 59(4): 729-734.

Quesada T, Aguilera M, Morillo JA, Ramos-Cormenzana A, Monteoliva-Sánchez M. 2007. *Virgibacillus olivae* sp. nov., isolated from waste wash-water from processing of Spanish-style green olives. Int J Syst Evol Microbiol, 57(5): 906-910. **No. 1-50-16**

Raats D, Halpern M. 2007. *Oceanobacillus chironomi* sp. nov., a halotolerant and facultatively alkaliphilic species isolated from a chironomid egg mass. Int J Syst Evol Microbiol, 57(2): 255-259. **No. 1-30-2**

Rai SK, Roy JK, Mukherjee AK. 2010. Characterisation of a detergent-stable alkaline protease from a novel thermophilic strain *Paenibacillus tezpurensis* sp. nov. AS-S24-II. Appl Microbiol Biotechnol, 85(5): 1437-1450. **No. 3-57-152**

Ramasamy D, Lagier JC, Gorlas A, Raoult D, Fournier PE. 2013. Non contiguous-finished genome sequence and description of *Bacillus massiliosenegalensis* sp. nov. Stand Genomic Sci, 8(2): 264-278. **No. 1-1-134**

Reddy GS, Uttam A, Shivaji S. 2008. *Bacillus cecembensis* sp. nov., isolated from the Pindari glacier of the Indian Himalayas. Int J Syst Evol Microbiol, 58: 2330-2335. **No. 1-1-41**

Reddy SV, Thirumala M, Farooq M, Sasikala C, Ramana CV. 2015. *Bacillus lonarensis* sp. nov., an alkalitolerant bacterium isolated from a soda lake. Arch Microbiol, 197(1): 27-34. **No. 1-1-122**

Ren B, Yang N, Wang J, Ma XL, Wang Q, Xie F, Guo H, Liu ZH, Pugin B, Zhang LX. 2013. *Amphibacillus marinus* sp. nov., a member of the genus *Amphibacillus* isolated from marine mud. Int J Syst Evol Microbiol, 63(4): 1485-1491. **No. 1-6-7**

Ren PG, Zhou PJ. 2005. *Salinibacillus aidingensis* gen. nov., sp. nov. and *Salinibacillus kushneri* sp. nov., moderately halophilic bacteria isolated from a neutral saline lake in Xin-Jiang, China. Int J Syst Evol Microbiol, 55(2): 949-953. **No. 1-38-1 and No. 1-38-2**

Ren PG, Zhou PJ. 2005. *Tenuibacillus multivorans* gen. nov., sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from saline soil in Xin-Jiang, China. Int J Syst Evol Microbiol, 55(1): 95-99. **No. 1-44-1**

Reva ON, Smirnov VV, Pettersson B, Priest FG. 2002. *Bacillus endophyticus* sp. nov., isolated from the inner tissues of cotton plants(*Gossypium* sp.). Int J Syst Evol Microbiol, 52: 101-107. **No. 1-1-65**

Rheims H, Frühling A, Schumann P, Rohde M, Stackebrandt E. 1999. *Bacillus silvestris* sp. nov., a new member of the genus *Bacillus* that contains lysine in its cell wall. Int J Syst Bacteriol, 49(2): 795-802. **No. 4-65-1**

Richter M, Rosselló-Móra R. 2009. Shifting the genomic gold standard for the prokaryotic species definition. Proc Natl Acad Sci USA, 106(45): 19126-19131.

Rivas R, García-Fraile P, Mateos PF, Martínez-Molina E, Velázquez E. 2006. *Paenibacillus cellulosilyticus* sp. nov., a cellulolytic and xylanolytic bacterium isolated from the bract phyllosphere of *Phoenix dactylifera*. Int J Syst Evol Microbiol, 56(12): 2777-2781. **No. 3-57-25**

Rivas R, García-Fraile P, Zurdo-Piñeiro JL, Mateos PF, Martínez-Molina E, Bedmar EJ, Sánchez-Raya J, Velázquez E. 2008. *Saccharibacillus sacchari* gen. nov., sp. nov., isolated from sugar cane. Int J Syst Evol Microbiol, 58(Pt 8): 1850-1854. **No. 3-61-2**

Rivas R, Gutiérrez C, Abril A, Mateos PF, Martínez-Molina E, Ventosa A, Velázquez E. 2005. *Paenibacillus rhizosphaerae* sp. nov., isolated from the rhizosphere of *Cicer arietinum*. Int J Syst Evol Microbiol, 55(3): 1305-1309. **No. 3-57-123**

Rivas R, Mateos PF, Martínez-Molina E, Velázquez E. 2005. *Paenibacillus phyllosphaerae* sp. nov., a xylanolytic bacterium isolated from the phyllosphere of *Phoenix dactylifera*. Int J Syst Evol Microbiol, 55(2): 743-746. **No. 3-57-107**

Rivas R, Mateos PF, Martínez-Molina E, Velázquez E. 2005. *Paenibacillus xylanilyticus* sp. nov., an airborne xylanolytic bacterium. Int J Syst Evol Microbiol, 55(1): 405-408. **No. 3-57-173**

Roberts MS, Nakamura LK, Cohan FM. 1994. *Bacillus mojavensis* sp. nov., distinguishable from *Bacillus subtilis* by sexual isolation, divergence in DNA sequence, and difference in fatty acid composition. Int J Syst Bacteriol, 44(2): 256-264. **No. 1-1-140**

Roberts MS, Nakamura LK, Cohan FM. 1996. *Bacillus vallismortis* sp. nov., a close relative of *Bacillus subtilis*, isolated from soil in Death Valley, California. Int J Syst Bacteriol, 46(2): 470-475. **No. 1-1-215**

Rodríguez-Díaz M, Lebbe L, Rodelas B, Heyrman J, de Vos P, Logan NA. 2005. *Paenibacillus wynnii* sp. nov., a novel species harbouring the *nifH* gene, isolated from Alexander Island, Antarctica. Int J Syst Evol Microbiol, 55(5): 2093-2099. **No. 3-57-169**

Rokas A, Williams BL, King N, Carroll SB. 2003. Genome-scale approaches to resolving incongruence in molecular phylogenies. Nature, 425(6960): 798-804.

Romanenko LA, Tanaka N, Svetashev VI, Kalinovskaya NI. 2013. *Paenibacillus profundus* sp. nov., a deep sediment bacterium that produces isocoumarin and peptide antibiotics. Arch Microbiol, 195(4): 247-254. **No. 3-57-114**

Romano I, Finore I, Nicolaus G, Huertas FJ, Lama L, Nicolaus B, Poli A. 2008. *Halobacillus alkaliphilus* sp. nov., a

halophilic bacterium isolated from a salt lake in Fuente de Piedra, southern Spain. Int J Syst Evol Microbiol, 58(4): 886-890. **No. 1-22-2**

Romano I, Lama L, Nicolaus B, Gambacorta A, Giordano A. 2005. *Alkalibacillus filiformis* sp. nov., isolated from a mineral pool in Campania, Italy. Int J Syst Evol Microbiol, 55(6): 2395-2399. **No. 1-3-2**

Romano I, Lama L, Nicolaus B, Gambacorta A, Giordano A. 2005. *Bacillus saliphilus* sp. nov., isolated from a mineral pool in Campania, Italy. Int J Syst Evol Microbiol, 55(1): 159-163. **No. 1-1-179**

Romano I, Lama L, Nicolaus B, Poli A, Gambacorta A, Giordano A. 2006. *Oceanobacillus oncorhynchi* subsp. *incaldanensis* subsp. nov., an alkalitolerant halophile isolated from an algal mat collected from a sulfurous spring in Campania(Italy), and emended description of *Oceanobacillus oncorhynchi*. Int J Syst Evol Microbiol, 56(4): 805-810. **No. 1-30-16**

Roohi A, Ahmed I, Paek J, Sin Y, Abbas S, Jamil M, Chang YH. 2014. *Bacillus pakistanensis* sp. nov., a halotolerant bacterium isolated from salt mines of the Karak Area in Pakistan. Antonie van Leeuwenhoek, 105(6): 1163-1172. **No. 1-1-157**

Rooney AP, Price NP, Ehrhardt C, Swezey JL, Bannan JD. 2009. Phylogeny and molecular taxonomy of the *Bacillus subtilis* species complex and description of *Bacillus subtilis* subsp. *inaquosorum* subsp. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 59(10): 2429-2436. **No. 1-1-198**

Rosado AS, van Elsas JD, Seldin L. 1997. Reclassification of *Paenibacillus durum*(formerly *Clostridium durum* Smith and Cato 1974)Collins et al. 1994 as a member of the species *P. azotofixans*(formerly *Bacillus azotofixans* Seldin et al. 1984)Ash et al. 1994. Int J Syst Bacteriol, 47(2): 569-572. **No. 3-57-44**

Rossello-Mora R. 2006. DNA-DNA reassociation applied to microbial taxonomy and their critical evaluation. *In*: Stackebrandt E. Molecular Identification, Systematics, and Population Structure of Prokaryotes. Berlin: Springer: 23-50.

Rössler D, Ludwig W, Schleifer KH, Lin C, McGill TJ, Wisotzkey JD, Jurtshuk P Jr, Fox GE. 1991. Phylogenetic diversity in the genus *Bacillus* as seen by 16S rRNA sequencing studies. Syst Appl Microbiol, 14(3): 266-269.

Roux V, Fenner L, Raoult D. 2008. *Paenibacillus provencensis* sp. nov., isolated from human cerebrospinal fluid, and *Paenibacillus urinalis* sp. nov., isolated from human urine. Int J Syst Evol Microbiol, 58(3): 682-687. **No. 3-57-116 and No. 3-57-164**

Roux V, Million M, Robert C, Magne A, Raoult D. 2013. Non-contiguous finished genome sequence and description of *Oceanobacillus massiliensis* sp. nov. Stand Genomic Sci, 9(2): 370-384. **No. 1-30-14**

Roux V, Raoult D. 2004. *Paenibacillus massiliensis* sp. nov., *Paenibacillus sanguinis* sp. nov. and *Paenibacillus timonensis* sp. nov., isolated from blood cultures. Int J Syst Evol Microbiol, 54(4): 1049-1054. **No. 3-57-90, No. 3-57-128 and No. 3-57-158**

Rüger HJ, Richter G. 1979. *Bacillus globisporus* subsp. *marinus* subsp. nov. Int J Syst Bacteriol, 29, 196-203. **No. 4-63-3**

Rüger HJ. 1983. Differentiation of *Bacillus globisporus*, *Bacillus marinus* comb. nov., *Bacillus aminovorans*, and *Bacillus insolitus*. Int J Syst Bacteriol, 33: 157-161. **No. 4-63-3**

Ruiz-García C, Béjar V, Martínez-Checa F, Llamas I, Quesada E. 2005. *Bacillus velezensis* sp. nov., a surfactant-producing bacterium isolated from the river Vélez in Málaga, southern Spain. Int J Syst Evol Microbiol, 55(1): 191-195. **No. 1-1-19**

Ruiz-García C, Quesada E, Martínez-Checa F, Llamas I, Urdaci MC, Béjar V. 2005. *Bacillus axarquiensis* sp. nov. and *Bacillus malacitensis* sp. nov., isolated from river-mouth sediments in southern Spain. Int J Syst Evol Microbiol, 55(3): 1279-1285. **No. 1-1-140**

Ruiz-Romero E, Coutiño-Coutiño Mde L, Valenzuela-Encinas C, López-Ramírez MP, Marsch R, Dendooven L. 2013. *Texcoconibacillus texcoconensis* gen. nov., sp. nov., alkalophilic and halotolerant bacteria isolated from soil of the former lake Texcoco(Mexico). Int J Syst Evol Microbiol, 63(9): 3336-3341. **No. 1-47-1**

Ruvira MA, Lucena T, Pujalte MJ, Arahal DR, Macián MC. 2013. *Marinifilum flexuosum* sp. nov., a new *Bacteroidetes* isolated from coastal Mediterranean Sea water and emended description of the genus *Marinifilum*. Syst Appl Microbiol, 36: 155-159.

Saha P, Krishnamurthi S, Bhattacharya A, Sharma R, Chakrabarti T. 2010. *Fontibacillus aquaticus* gen. nov., sp. nov., isolated from a warm spring. Int J Syst Evol Microbiol, 60(Pt 2): 422-428. **No. 3-60-1**

Saha P, Mondal AK, Mayilraj S, Krishnamurthi S, Bhattacharya A, Chakrabarti T. 2005. *Paenibacillus assamensis* sp. nov., a novel bacterium isolated from a warm spring in Assam, India. Int J Syst Evol Microbiol, 55(6): 2577-2581. **No. 3-57-13**

Saito K. 1960.　Chromatographic studies on bacterial fatty acids. J Biochem, 47: 699-719.

Saitou N, Nei M. 1987, The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. Mol Biol Evol, 4: 406-425.

Sakai M, Deguchi D, Hosoda A, Kawauchi T, Ikenaga M. 2015. *Ammoniibacillus agariperforans* gen. nov., sp. nov., a thermophilic, agar-degrading bacterium isolated from compost. Int J Syst Evol Microbiol, 65(Pt 2): 570-577. **No. 3-56-1**

Sambrook J, Fritschi EF, Maniatis T. 1989. Molecular Cloning: a Laboratory Manual. New York, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Sánchez MM, Fritze D, Blanco A, Spröer C, Tindall BJ, Schumann P, Kroppenstedt RM, Diaz P, Pastor FI. 2005. *Paenibacillus barcinonensis* sp. nov., a xylanase-producing bacterium isolated from a rice field in the Ebro River delta. Int J Syst Evol Microbiol, 55(2): 935-939. **No. 3-57-15**

Sánchez-Porro C, Amoozegar MA, Fernandez AB, Babavalian H, Ramezani M, Ventosa A. 2010. *Lentibacillus persicus* sp. nov., a moderately halophilic species isolated from a saline lake. Int J Syst Evol Microbiol, 60(6): 1407-1412. **No. 1-26-7**

Sanchez-Porro C, Amoozegar MA, Rohban R, Hajighasemi M, Ventosa A. 2009. *Thalassobacillus cyri* sp. nov., a moderately halophilic Gram-positive bacterium from a hypersaline lake. Int J Syst Evol Microbiol, 59(10): 2565-2570. **No. 1-48-1**

Sánchez-Porro C, Yilmaz P, de la Haba RR, Birbir M, Ventosa A. 2011. *Thalassobacillus pellis* sp. nov., a moderately halophilic, Gram-positive bacterium isolated from salted hides. Int J Syst Evol Microbiol, 61(5): 1206-1210. **No. 1-48-4**

Santini JM, Streimann IC, vanden Hoven RN. 2004. *Bacillus macyae* sp. nov., an arsenate-respiring bacterium isolated from an Australian gold mine. Int J Syst Evol Microbiol, 54(6): 2241-2244. **No. 1-1-125**

Sasser M, Smith DH. 1987. Parallels between ribosomal RNA and DNA homologies and fatty acid composition in *Pseudomonas*. Abstr. 87th Ann. Meeting Amer. Soc. Microbiol.

Sasser M. 1990. Identification of bacteria by gas chromatography of cellular fatty acids. *In*: Klement S, Rudolf K, Sands D. Methods in Phytobacteriology. Budapest: Akademiai Kiado: 199-204.

Satomi M, Kimura B, Hamada T, Harayama S, Fujii T. 2002. Phylogenetic study of the genus *Oceanospirillum* based on 16S rRNA and *gyrB* genes: emended description of the genus *Oceanospirillum*, description of *Pseudospirillum* gen. nov., *Oceanobacter* gen. nov. and *Terasakiella* gen. nov. and transfer of *Oceanospirillum jannaschii* and *Pseudomonas stanieri* to *Marinobacterium* as *Marinobacterium jannaschii* comb. nov. and *Marinobacterium stanieri* comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 52: 739-747.

Satomi M, Kimura B, Hayashi M, Okuzumi M, Fujii T. 2004. *Marinospirillum insulare* sp. nov., a novel halophilic helical bacterium isolated from kusaya gravy. Int J Syst Evol Microbiol, 54: 163-167.

Satomi M, la Duc MT, Venkateswaran K. 2006. *Bacillus safensis* sp. nov., isolated from spacecraft and assembly-facility surfaces. Int J Syst Evol Microbiol, 56(8): 1735-1740. **No. 1-1-177**

Satomi M, Oikawa H, Yano Y. 2003. *Shewanella marinintestina* sp. nov., *Shewanella schlegeliana* sp. nov. and *Shewanella sairae* sp. nov., novel eicosapentaenoic-acid -producing marine bacteria isolated from sea-animal intestines. Int J Syst Evol Microbiol, 53: 491-499.

Schäffer C, Franck WL, Scheberl A, Kosma P, McDermott TR, Messner P. 2004. Classification of isolates from locations in Austria and Yellowstone National Park as *Geobacillus tepidamans* sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 54(Pt 6): 2361-2368. **No. 1-8-19**

Schardinger F. 1905. *Bacillus macerans*, ein Aceton bildender Rottebacillus. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene. Abteilung II, 14: 772-781. **No. 3-57-86**

Scheldeman P, Goossens K, Rodriguez-Diaz M, Pil A, Goris J, Herman L, de Vos P, Logan NA, Heyndrickx M. 2004. *Paenibacillus lactis* sp. nov., isolated from raw and heat-treated milk. Int J Syst Evol Microbiol, 54(3): 885-891. **No. 3-57-79**

Scheldeman P, Rodríguez-Díaz M, Goris J, Pil A, de Clerck E, Herman L, de Vos P, Logan NA, Heyndrickx M. 2004. *Bacillus farraginis* sp. nov., *Bacillus fortis* sp. nov. and *Bacillus fordii* sp. nov., isolated at dairy farms. Int J Syst Evol Microbiol, 54: 1355-1364. **No. 1-1-67, No. 1-1-74 and No. 1-1-75**

Schenk A, Aragno M. 1979. *Bacillus schlegelii* a new species of thermophilic, facultatively chemolithoautotrophic bacterium oxidizing molecular hydrogen. J Gen Microbiol, 115: 333-341. **No. 1-24-1**

Schleifer KH, Kandler O. 1972. Peptidoglycan types of bacterial cell walls and their taxonomic implications. Bacteriol Rev, 36: 407-477.

Schlesner H, Lawson PA, Collins MD, Weiss N, Wehmeyer U, Völker H, Thomm M. 2001. *Filobacillus milensis* gen. nov., sp. nov., a new halophilic spore-forming bacterium with Orn-D-Glu-type peptidoglycan. Int J Syst Evol Microbiol, 51(2): 425-431. **No. 1-18-1**

Scholz T, Demharter W, Hensel R, Kandler O. 1987. *Bacillus pallidus* sp. nov., a new thermophilic species from sewage. Syst Appl Microbiol, 9: 91-96. **No. 1-2-1**

Seiler H, Scherer S, Wenning M. 2013. *Lysinibacillus meyeri* sp. nov., isolated from a medical practice. Int J Syst Evol Microbiol, 63(4): 1512-1518. **No. 1-27-11**

Seiler H, Schmidt V, Wenning M, Scherer S. 2012. *Bacillus kochii* sp. nov., isolated from foods and a pharmaceuticals manufacturing site. Int J Syst Evol Microbiol, 62: 1092-1097. **No. 1-1-109**

Seiler H, Wenning M, Scherer S. 2013. *Domibacillus robiginosus* gen. nov., sp. nov., isolated from a pharmaceutical clean room. Int J Syst Evol Microbiol, 63(6): 2054-2061. **No. 1-15-3**

Seiler H, Wenning M, Schmidt V, Scherer S. 2013. *Bacillus gottheilii* sp. nov., isolated from a pharmaceutical manufacturing site. Int J Syst Evol Microbiol, 63: 867-872. **No. 1-1-83**

Seiler H, Wenning M. 2013. *Virgibacillus halotolerans* sp. nov., isolated from a dairy product. Int J Syst Evol Microbiol, 63(9): 3358-3363. **No. 1-50-10**

Shapin S. 1980. A view of scientific thought. Science, 207(4435): 1065-1066.

Sharma A, Dhar SK, Prakash O, Vemuluri VR, Thite V, Shouche YS. 2014. Description of *Domibacillus indicus* sp. nov., isolated from ocean sediments and emended description of the genus *Domibacillus*. Int J Syst Evol Microbiol, 64(9): 3010-3015. **No. 1-15-2**

Shelobolina ES, Avakyan ZA, Bulygina ES, Turova TP, Lysenko AM, Osipov GA, Karavaiko GI. 1997. Description of a new species of mucilaginous bacteria, *Bacillus edaphicus* sp. nov., and confirmation of the taxonomic status of *Bacillus mucilaginosus*Avakyan et al. 1986 based on data from phenotypic and genotypic analysis. Mikrobiologiya, 1997, 66: 813-822(in Russian). English translation: Microbiology, 66: 681-689. **No. 3-57-45 and No. 3-57-94**

Sheu SY, Arun AB, Jiang SR, Young CC, Chen WM. 2011. *Allobacillus halotolerans* gen. nov., sp. nov. isolated from shrimp paste. Int J Syst Evol Microbiol, 61(5): 1023-1027. **No. 1-4-1**

Shi R, Yin M, Tang SK, Lee JC, Park DJ, Zhang YJ, Kim CJ, Li WJ. 2011. *Bacillus luteolus* sp. nov., a halotolerant bacterium isolated from a salt field. Int J Syst Evol Microbiol, 61(6): 1344-1349. **No. 1-1-124**

Shida O, Takagi H, Kadowaki K, Komagata K. 1996. Proposal for two new genera, *Brevibacillus* gen. nov. and *Aneurinibacillus* gen. nov. Int J Syst Bacteriol, 46(4): 939-946. **No. 3-58-1, No. 3-58-3, No. 3-59-1, No. 3-59-3, No. 3-59-4, No. 3-59-5, No. 3-59-6, No. 3-59-8, No. 3-59-12, No. 3-59-18, No. 3-59-19 and No. 3-59-20**

Shida O, Takagi H, Kadowaki K, Nakamura LK, Komagata K. 1997. Emended description of *Paenibacillus amylolyticus* and description of *Paenibacillus illinoisensis* sp. nov. and *Paenibacillus chibensis* sp. nov. Int J Syst Bacteriol, 47(2): 299-306. **No. 3-57-9, No. 3-57-28 and No. 3-57-71**

Shida O, Takagi H, Kadowaki K, Nakamura LK, Komagata K. 1997. Transfer of *Bacillus alginolyticus*, *Bacillus chondroitinus*, *Bacillus curdlanolyticus*, *Bacillus glucanolyticus*, *Bacillus kobensis*, and *Bacillus thiaminolyticus* to the genus *Paenibacillus* and emended description of the genus *Paenibacillus*. Int J Syst Bacteriol, 47(2): 289-298. **No. 3-57-5, No. 3-57-31, No. 3-57-37, No. 3-57-59, No. 3-57-74 and No. 3-57-156**

Shida O, Takagi H, Kadowaki K, Udaka S, Komagata K. 1994. *Bacillus galactophilus* is a later subjective synonym of *Bacillus agri*. Int J Syst Bacteriol, 44: 172-173. **No. 3-59-1**

Shida O, Takagi H, Kadowaki K, Udaka S, Nakamura LK, Komagata K. 1995. Proposal of *Bacillus reuszeri* sp. nov., *Bacillus formosus* sp. nov., nom. rev., and *Bacillus borstelensis* sp. nov., nom. rev. Int J Syst Bacteriol, 45: 93-100. **No. 3-59-3, No. 3-59-8 and No. 3-59-19**

Shida O, Takagi H, Kadowaki K, Yano H, Abe M, Udaka S, Komagata K. 1994. *Bacillus aneurinolyticus* sp. nov., nom. rev. Int J Syst Bacteriol, 44: 143-150. **No. 3-58-1**

Shimoyama T, Johari NB, Tsuruya A, Nair A, Nakayama T. 2014. *Paenibacillus relictisesami* sp. nov., isolated from sesame oil cake. Int J Syst Evol Microbiol, 64(5): 1534-1539. **No. 3-57-121**

Shin NR, Whon TW, Kim MS, Roh SW, Jung MJ, Kim YO, Bae JW. 2012. *Ornithinibacillus scapharcae* sp. nov., isolated from a dead ark clam. Antonie van Leeuwenhoek, 101(1): 147-154. **No. 1-31-7**

Shivaji S, Chaturvedi P, Begum Z, Pindi PK, Manorama R, Padmanaban DA, Shouche YS, Pawar S, Vaishampayan P, Dutt CB, Datta GN, Manchanda RK, Rao UR, Bhargava PM, Narlikar JV. 2009. *Janibacter hoylei* sp. nov., *Bacillus isronensis* sp. nov. and *Bacillus aryabhattai* sp. nov., isolated from cryotubes used for collecting air from the upper atmosphere. Int J Syst Evol Microbiol, 59(Pt 12): 2977-2986. **No. 1-1-23 and No. 1-1-107**

Shivaji S, Chaturvedi P, Suresh K, Reddy GS, Dutt CB, Wainwright M, Narlikar JV, Bhargava PM. 2006. *Bacillus aerius* sp. nov., *Bacillus aerophilus* sp. nov., *Bacillus stratosphericus* sp. nov. and *Bacillus altitudinis* sp. nov., isolated from cryogenic tubes used for collecting air samples from high altitudes. Int J Syst Evol Microbiol, 56(Pt 7): 1465-1473. **No. 1-1-7, No. 1-1-8, No. 1-1-17 and No. 1-1-196**

Shivaji S, Suresh K, Chaturvedi P, Dube S, Sengupta S. 2005. *Bacillus arsenicus*sp. nov., an arsenic-resistant bacterium isolated from a siderite concretion in West Bengal, India. Int J Syst Evol Microbiol, 55(3): 1123-1127. **No. 1-17-1**

Shute LA, Gutteridge CS, Norris JR, Berkeley RC. 1984. Curie-point pyrolysis mass spectrometry applied to characterization and identification of selected *Bacillus* species. J Gen Microbiol, 130(2): 343-355.

Sikorski J, Brambilla E, Kroppenstedt RM, Tindall BJ. 2008. The temperature-adaptive fatty acid content in *Bacillus simplex* strains from Evolution Canyon, Israel. Microbiology, 154: 2416-2426.

Simbahan J, Drijber R, Blum P. 2004. *Alicyclobacillus vulcanalis* sp. nov., a thermophilic, acidophilic bacterium isolated from Coso Hot Springs, California, USA. Int J Syst Evol Microbiol, 54(5): 1703-1707. **No. 2-52-21**

Singh NK, Kaur C, Kumar N, Velmurugan S, Citarasu T, Mayilraj S. 2014. *Bacillus aequororis* sp. nov., isolated from marine sediment. Curr Microbiol, 69(5): 758-762. **No. 1-1-6**

Skerman VBD, McGowan V, Sneath PHA. 1980. Approved Lists of Bacterial Names. Int J Syst Bacteriol, 30: 225-420.

Skerman VBD, McGowan V, Sneath PHA. 1989. Approved Lists of Bacterial Names(Amended). Washington D. C: ASM Press.

Slabbinck B, de Baets B, Dawyndt P, de Vos P. 2009. Towards large-scale FAME-based bacterial species identification using machine learning techniques. Syst Appl Microbiol, 32(3): 163-176.

Slobodkina GB, Panteleeva AN, Kostrikina NA, Kopitsyn DS, Bonch-Osmolovskaya EA, Slobodkin AI. 2013. *Tepidibacillus fermentans* gen. nov., sp. nov.: a moderately thermophilic anaerobic and microaerophilic bacterium from an underground gas storage. Extremophiles, 17(5): 833-839. **No. 1-45-1**

Smerda J, Sedlácek I, Pácová Z, Durnová E, Smísková A, Havel L. 2005. *Paenibacillus mendelii* sp. nov., from surface-sterilized seeds of Pisum sativum L. Int J Syst Evol Microbiol, 55(6): 2351-2354. **No. 3-57-91**

Smerda J, Sedlácek I, Pácová Z, Krejcí E, Havel L. 2006. *Paenibacillus sepulcri* sp. nov., isolated from biodeteriorated mural paintings in the Servilia tomb. Int J Syst Evol Microbiol, 56(10): 2341-2344. **No. 3-57-133**

Smibert RM, Krieg NR. 1994. Phenotypic characterization. *In*: Gerhardt P, Murray RGE, Wood WA, Krieg NR. Methods for General and Molecular Bacteriology. Washington D. C: American Society for Microbiology: 607-654.

Son JS, Kang HU, Ghim SY. 2014. *Paenibacillus dongdonensis* sp. nov., isolated from rhizospheric soil of *Elymus tsukushiensis*. Int J Syst Evol Microbiol, 64(8): 2865-2870. **No. 3-57-41**

Sonalkar VV, Mawlankar R, Krishnamurthi S, Tang SK, Dastager SG. 2014. *Domibacillus enclensis* sp. nov., isolated from marine sediment, and emended description of the genus *Domibacillus*. Int J Syst Evol Microbiol, 64(12): 4098-4102. **No. 1-15-1**

Sonalkar VV, Mawlankar R, Venkata Ramana V, Joseph N, Shouche YS, Dastager SG. 2015. *Bacillus filamentosus* sp. nov., isolated from sediment sample. Antonie Van Leeuwenhoek, 107(2): 433-441. **No. 1-1-70**

Sorokin A, Candelon B, Guilloux K, Galleron N, Wackerow-Kouzova N, Ehrlich S D, Bourguet D, Sanchis V. 2006. Multiple-locus sequence typing analysis of *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* reveals separate clustering and a distinct population structure of psychrotrophic strains. Appl Environ Microbiol, 72: 1569-1578.

Sorokin DY, van Pelt S, Tourova TP. 2008. Utilization of aliphatic nitriles under haloalkaline conditions by *Bacillus alkalinitrilicus* sp. nov. isolated from soda solonchak soil. FEMS Microbiol Lett, 288(2): 235-240. **No. 1-1-14**

Sorokin ID, Kravchenko IK, Tourova TP, Kolganova TV, Boulygina ES, Sorokin DY. 2008. *Bacillus alkalidiazotrophicus* sp. nov., a diazotrophic, low salt-tolerant alkaliphile isolated from Mongolian soda soil. Int J Syst Evol Microbiol, 58(Pt 10): 2459-2464. **No. 1-7-1**

Sorokin ID, Zadorina EV, Kravchenko IK, Boulygina ES, Tourova TP, Sorokin DY. 2008. *Natronobacillus azotifigens* gen. nov., sp. nov., an anaerobic diazotrophic haloalkaliphile from soda-rich habitats. Extremophiles, 12(6): 819-827. **No. 1-29-1**

Soto-Ramírez N, Sánchez-Porro C, Rosas-Padilla S, Almodóvar K, Jiménez G, Machado-Rodríguez M, Zapata M, Ventosa A, Montalvo-Rodríguez R. 2008. *Halobacillus mangrovi* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from the black mangrove *Avicennia germinans*. Int J Syst Evol Microbiol, 58(1): 125-130. **No. 1-22-12**

Spanka R, Fritze D. 1993. *Bacillus cohnii* sp. nov., a new, obligately alkaliphilic, oval-spore-forming *Bacillus* species with ornithine and aspartic acid instead of diaminopimelic acid in the cell wall. Int J Syst Bacteriol, 43: 150-156. **No. 1-1-54**

Spring S, Ludwig W, Marquez MC, Ventosa A, Schleifer KH. 1996. *Halobacillus* gen. nov., with descriptions of *Halobacillus litoralis* sp. nov., and *Halobacillus trueperi* sp. nov., and transfer of *Sporosarcina halophila* to *Halobacillus halophilus* comb. nov. Int J Syst Bacteriol, 46: 492-496. **No. 1-22-6, No. 1-22-10 and No. 1-22-19**

Stackebrandt E, Ebers J. 2006. Taxonomic parameters revisited: tarnished gold standards. Microbiol Today, 33: 152-155.

Stackebrandt E, Frederiksen W, Garrity GM, Grimont PAD, Kämpfer P, Maiden MCJ, Nesme X, Rosselló-Mora R, Swings J, Trüper HG, Vauterin L, Ward AC, Whitman WB. 2002. Report of the ad hoc committee for the re-evaluation of the species definition in bacteriology. Int J Syst Evol Microbiol, 52: 1043-1047.

Stackebrandt E, Goebel BM. 1994. Taxonomic note: a place for DNA-DNA reassociation and 16S rRNA sequence analysis in the present species definition in bacteriology. Int J Syst Bacteriol, 44: 846-849.

Stackebrandt E, Liesack W. 1993. Nucleic acids and classification. p.152-189. *In*: Goodfellow M, O'Donnell AG(ed.). Handbook of New Bacterial Systematics. London, United Kingdom: Academic Press.

Stackebrandt E, Ludwig W, Weizenegger M, Dorn S, McGill TJ, Fox GE, Woese CR, Schubert W, Schleifer KH. 1987. Comparative 16S rRNA oligonucleotide analyses and murein types of round-spore-forming bacilli and non-spore-forming relatives. J Gen Microbiol, 133(9): 2523-2529.

Stanier RY, van Niel CB. 1962. The concept of a bacterium. Arch Mikrobiol, 42: 17-35.

Steven B, Chen MQ, Greer CW, Whyte LG, Niederberger TD. 2008. *Tumebacillus permanentifrigoris* gen. nov., sp. nov., an aerobic, spore-forming bacterium isolated from Canadian high Arctic permafrost. Int J Syst Evol Microbiol, 58(6): 1497-1501. **No. 2-55-3**

Stropko SJ, Pipes SE, Newman JD. 2014. Genome-based reclassification of *Bacillus cibi* as a later heterotypic synonym of *Bacillus indicus* and emended description of *Bacillus indicus*. Int J Syst Evol Microbiol, 64: 3804-3809. **No. 1-1-47**

Subhash Y, Sasikala CH, Ramana CHV. 2014. *Bacillus luteus* sp. nov., isolated from soil. Int J Syst Evol Microbiol, 64(5)1580-1586. **No. 1-1-125**

Sukweenadhi J, Kim YJ, Lee KJ, Koh SC, Hoang VA, Nguyen NL, Yang DC. 2014. *Paenibacillus yonginensis* sp. nov., a potential plant growth promoting bacterium isolated from humus soil of Yongin forest. Antonie van Leeuwenhoek,

106(5): 935-945. **No. 3-57-175**

Sumpavapol P, Tongyonk L, Tanasupawat S, Chokesajjawatee N, Luxananil P, Visessanguan W. 2010. *Bacillus siamensis* sp. nov., isolated from salted crab(poo-khem)in Thailand. Int J Syst Evol Microbiol, 60(10): 2364-2370. **No. 1-1-187**

Sung MH, Kim H, Bae JW, Rhee SK, Jeon CO, Kim K, Kim JJ, Hong SP, Lee SG, Yoon JH, Park YH, Baek DH. 2002. *Geobacillus toebii* sp. nov., a novel thermophilic bacterium isolated from hay compost. Int J Syst Evol Microbiol, 52(6): 2251-2255.**No. 1-19-14**

Suominen I, Spröer C, Kämpfer P, Rainey FA, Lounatmaa K, Salkinoja-Salonen M. 2003. *Paenibacillus stellifer* sp. nov., a cyclodextrin-producing species isolated from paperboard. Int J Syst Evol Microbiol, 53(5): 1369-1374. **No. 3-57-141**

Suresh K, Prabagaran SR, Sengupta S, Shivaji S. 2004. *Bacillus indicus* sp. nov., an arsenic-resistant bacterium isolated from an aquifer in West Bengal, India. Int J Syst Evol Microbiol, 54: 1369-1375. **No. 1-1-101**

Suzuki Y, Kishigami T, Inoue K, Mizoguchi Y, Eto N, Takagi M, Abe S. 1983. *Bacillus thermoglucosidasius* sp. nov., a new species of obligately thermophilic bacilli. Syst Appl Microbiol, 4(4): 487-495. **No. 1-19-12**

Switzer Blum J, Burns Bindi A, Buzzelli J, Stolz JF, Oremland RS. 1998. *Bacillus arsenicoselenatis*, sp. nov., and *Bacillus selenitireducens*, sp. nov.: two haloalkaliphiles from Mono Lake, California that respire oxyanions of selenium and arsenic. Arch Microbiol, 171(1): 19-30. **No. 1-1-183 and No. 1-7-3**

Tachaapaikoon C, Tanasupawat S, Pason P, Sornyotha S, Waeonukul R, Kyu KL, Ratanakhanokchai K. 2012. *Paenibacillus xylaniclasticus* sp. nov., a xylanolytic- cellulolytic bacterium isolated from sludge in an anaerobic digester. J Microbiol, 50(3): 394-400. **No. 3-57-172**

Takagi H, Shida O, Kadowaki K, Komagata K, Udaka S. 1993. Characterization of*Bacillus brevis* with descriptions of *Bacillus migulanus* sp. nov., *Bacillus choshinensis* sp. nov., *Bacillusparabrevis* sp. nov., and *Bacillus galactophilus* sp. nov. Int J Syst Bacteriol, 43: 221-231. **No. 3-58-3, No. 3-59-1, No. 3-59-3, No. 3-59-6 and No. 3-59-18**

Takami H. 2007. Genomic diversity of *Bacillus*-related species. New York: Nova Science Pubblisher.

Takebe F, Hirota K, Nodasaka Y, Yumoto I. 2012. *Brevibacillus nitrificans* sp. nov., a nitrifying bacterium isolated from a microbiological agent for enhancing microbial digestion in sewage treatment tanks. Int J Syst Evol Microbiol, 62(9): 2121-2126. **No. 3-59-16**

Takeda M, Kamagata Y, Shinmaru S, Nishiyama T, Koizumi J. 2002. *Paenibacillus koleovorans* sp. nov., able to grow on the sheath of *Sphaerotilus natans*. Int J Syst Evol Microbiol, 52(5): 1597-1601. **No. 3-57-75**

Takeda M, Suzuki I, Koizumi J. 2005. *Paenibacillus hodogayensis* sp. nov., capable of degrading the polysaccharide produced by *Sphaerotilus natans*. Int J Syst Evol Microbiol, 55(2): 737-741. **No. 3-57-65**

Talavera G, Castresana J. 2007. Improvement of phylogenies after removing divergent and ambiguously aligned blocks from protein sequence alignments. Syst Biol, 56(4): 564-577.

Tamura K, Nei M, Kumar S. 2004. Prospects for inferring very large phylogenies by using the neighbor-joining method. Proc Natl Acad Sci USA, 101: 11030-11035.

Tamura K, Peterson D, Peterson N, Stecher G, Nei M, Kumar S. 2011. MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. Mol Biol Evol, 28(10): 2731-2739.

Tanasupawat S, Chamroensaksri N, Kudo T, Itoh T. 2010. Identification of moderately halophilic bacteria from Thai fermented fish(pla-ra)and proposal of *Virgibacillus siamensis* sp. nov. J Gen Appl Microbiol, 56(5): 369-379. **No. 1-50-23**

Tanasupawat S, Namwong S, Kudo T, Itoh T. 2007. *Piscibacillus salipiscarius* gen. nov., sp. nov., a moderately halophilic bacterium from fermented fish(pla-ra)in Thailand. Int J Syst Evol Microbiol, 57(7): 1413-1417. **No. 1-34-2**

Tanasupawat S, Pakdeeto A, Namwong S, Thawai C, Kudo T, Itoh T. 2006. *Lentibacillus halophilus* sp. nov., from fish sauce in Thailand. Int J Syst Evol Microbiol, 56(8): 1859-1863. **No. 1-26-2**

Tang J, Yang G, Wang Y, Wu C, Zhou S. 2014. *Oceanobacillus halophilum* sp. nov. isolated from a mangrove forest soil. Curr Microbiol, 68(5): 629-634. **No. 1-30-5**

Tang J, Yang G, Wen J, Yu Z, Zhou S, Liu Z. 2014. *Bacillus thermophilum* sp. nov., isolated from a microbial fuel cell. Arch Microbiol, 196(9): 629-634. **No. 1-1-206**

Tang QY, Yang N, Wang J, Xie YQ, Ren B, Zhou YG, Gu MY, Mao J, Li WJ, Shi YH, Zhang LX. 2011. *Paenibacillus algorifonticola* sp. nov., isolated from a cold spring. Int J Syst Evol Microbiol, 61(9): 2167-2172. **No. 3-57-6**

Tang SK, Wang Y, Lou K, Mao PH, Jin X, Jiang CL, Xu LH, Li WJ. 2009. *Gracilibacillus saliphilus* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from a salt lake. Int J Syst Evol Microbiol, 59(7): 1620-1624. **No. 1-20-12**

Täubel M, Kämpfer P, Buczolits S, Lubitz W, Busse HJ. 2003. *Bacillus barbaricus* sp. nov., isolated from an experimental wall painting. Int J Syst Evol Microbiol, 53(Pt 3): 725-730. **No. 1-17-2**

Tcherpakov M, Ben-Jacob E, Gutnick DL. 1999. *Paenibacillus dendritiformis* sp. nov., proposal for a new pattern-forming species and its localization within a phylogenetic cluster. Int J Syst Bacteriol, 49(1): 239-246. **No. 3-57-40**

Ten LN, Baek SH, Im WT, Larina LL, Lee JS, Oh HM, Lee ST. 2007. *Bacillus pocheonensis* sp. nov., a moderately halotolerant, aerobic bacterium isolated from soil of a ginseng field. Int J Syst Evol Microbiol, 57(11): 2532-2537. **No. 1-1-165**

Ten LN, Baek SH, Im WT, Lee M, Oh HW, Lee ST. 2006. *Paenibacillus panacisoli* sp. nov., a xylanolytic bacterium isolated from soil in a ginseng field in South Korea. Int J Syst Evol Microbiol, 56(11): 2677-2681. **No. 3-57-102**

Ten LN, Baek SH, Im WT, Liu QM, Aslam Z, Lee ST. 2006. *Bacillus panaciterrae* sp. nov., isolated from soil of a ginseng field. Int J Syst Evol Microbiol, 56(12): 2861-2866. **No. 1-1-159**

Ten LN, Im WT, Baek SH, Lee JS, Oh HM, Lee ST. 2006. *Bacillus ginsengihumi* sp. nov., a novel species isolated from soil of a ginseng field in Pocheon Province, South Korea. J Microbiol Biotechnol, 16: 1554-1560. **No. 1-1-81**

Teng JL, Woo PC, Leung KW, Lau SK, Wong MK, Yuen KY. 2003. Pseudobacteraemia in a patient with neutropenic fever caused by a novel paenibacillus species: *Paenibacillus hongkongensis* sp. nov. Mol Pathol, 56(1): 29-35. **No. 3-57-66**

Thompson JD, Gibson TJ, Plewniak F, Jeanmougin F, Higgins DG. 1997. The CLUSTAL_X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. Nucleic Acids Res, 25: 4876-4882.

Tiago I, Pires C, Mendes V, Morais PV, da Costa MS, Veríssimo A. 2006. *Bacillus foraminis* sp. nov., isolated from a non-saline alkaline groundwater. Int J Syst Evol Microbiol, 56: 2571-2574. **No. 1-1-73**

Tian XP, Dastager SG, Lee JC, Tang SK, Zhang YQ, Park DJ, Kim CJ, Li WJ. 2007. *Alkalibacillus halophilus* sp. nov., a new halophilic species isolated from hypersaline soil in Xin-Jiang province, China. Syst Appl Microbiol, 30(4): 268-272. **No. 1-3-5**

Timmery S, Hu X, Mahillon J. 2011. Characterization of Bacilli isolated from the confined environments of the Antarctic Concordia station and the International Space Station. Astrobiology, 11(4): 323-334.

Tindall BJ, Kämpfer P, Euzéby JP, Oren A. 2006. Valid publication of names of prokaryotes according to the rules of nomenclature: past history and current practice. Int J Syst Evol Microbiol, 56(Pt 11): 2715-2720.

Tindall BJ, Rosselló-Móra R, Busse HJ, Ludwig W, Kämpfer P. 2010. Notes on the characterization of prokaryote strains for taxonomic purposes. Int J Syst Evol Microbiol, 60: 249-266.

Tomimura E, Zeman NW, Frankiewicz JR, Teague WM. 1990. Description of *Bacillus naganoensis* sp. nov. Int J Syst Bacteriol, 40(2): 123-125. **No. 5-69-1**

Tominaga T, An SY, Oyaizu H, Yokota A. 2009. *Oceanobacillus sojae* sp. nov. isolated from soy sauce production equipment in Japan. J Gen Appl Microbiol, 55(3): 225-232. **No. 1-30-21**

Tonouchi A, Tazawa D, Fujita T. 2014. *Paenibacillus shirakamiensis* sp. nov., isolated from the trunk surface of a Japanese oak(*Quercus crispula*). Int J Syst Evol Microbiol, 64(5): 1763-1769. **No. 3-57-135**

Touzel JP, O'Donohue M, Debeire P, Samain E, Breton C. 2000. *Thermobacillus xylanilyticus* gen. nov., sp. nov., a new aerobic thermophilic xylan-degrading bacterium isolated from farm soil. Int J Syst Evol Microbiol, 50(Pt 1): 315-320. **No. 3-62-2**

Traiwan J, Park MH, Kim W. 2011. *Paenibacillus puldeungensis* sp. nov., isolated from a grassy sandbank. Int J Syst Evol Microbiol, 61(3): 670-673. **No. 3-57-118**

Truper HG. 2003. *Paenibacillus durus*(Collins et al. 1994, formerly *Clostridium durum* Smith and Cato 1974)has priority over *Paenibacillus azotofixans*(Seldin et al. 1984). Opinion 73. Int J Syst Evol Microbiol, 53(3): 931. **No. 3-57-44**

Tsuruoka N, Isono Y, Shida O, Hemmi H, Nakayama T, Nishino T. 2003. *Alicyclobacillus sendaiensis* sp. nov., a novel acidophilic, slightly thermophilic species isolated from soil in Sendai, Japan. Int J Syst Evol Microbiol, 53(4): 1081-1084. **No. 2-52-17**

Ueda J, Yamamoto S, Kurosawa N. 2013. *Paenibacillus thermoaerophilus* sp. nov., a moderately thermophilic bacterium isolated from compost. Int J Syst Evol Microbiol, 63(9): 3330-3335. **No. 3-57-154**

Uetanabaro AP, Wahrenburg C, Hunger W, Pukall R, Spröer C, Stackebrandt E, de Canhos VP, Claus D, Fritze D. 2003. *Paenibacillus agarexedens* sp. nov., nom. rev., and *Paenibacillus agaridevorans* sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 53(4): 1051-1057. **No. 3-57-3 and No. 3-57-4**

Usami R, Echigo A, Fukushima T, Mizuki T, Yoshida Y, Kamekura M. 2007. *Alkalibacillus silvisoli* sp. nov., an alkaliphilic moderate halophile isolated from non-saline forest soil in Japan. Int J Syst Evol Microbiol, 57(4): 770-774. **No. 1-3-7**

Vaishampayan P, Miyashita M, Ohnishi A, Satomi M, Rooney A, la Duc MT, Venkateswaran K. 2009. Description of *Rummeliibacillus stabekisii* gen. nov., sp. nov. and reclassification of *Bacillus pycnus* Nakamura et al. 2002 as *Rummeliibacillus pycnus* comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 59(Pt 5): 1094-1099. **No. 4-64-1 and No. 4-64-2**

Vaishampayan P, Probst A, Krishnamurthi S, Ghosh S, Osman S, McDowall A, Ruckmani A, Mayilraj S, Venkateswaran K. 2010. *Bacillus horneckiae* sp. nov., isolated from a spacecraft-assembly clean room. Int J Syst Evol Microbiol, 60: 1031-1037. **No. 1-1-94**

Valverde A, Fterich A, Mahdhi M, Ramírez-Bahena MH, Caviedes MA, Mars M, Velázquez E, Rodriguez-Llorente ID. 2010. *Paenibacillus prosopidis* sp. nov., isolated from the nodules of *Prosopis farcta*. Int J Syst Evol Microbiol, 60(9): 2182-2186. **No. 3-57-115**

Valverde A, Gonzalez-Tirante M, Medina-Sierra M, Santa-Regina I, Garcia-Sanchez A, Igual JM. 2011. Diversity and community structure of culturable arsenic-resistant bacteria across a soil arsenic gradient at an abandoned tungsten-tin mining area. Chemosphere, 85(1): 129-134.

Valverde A, Peix A, Rivas R, Velázquez E, Salazar S, Santa-Regina I, Rodríguez-Barrueco C, Igual JM. 2008.

Paenibacillus castaneae sp. nov., isolated from the phyllosphere of *Castanea sativa* Miller. Int J Syst Evol Microbiol, 58(11): 2560-2564. **No. 3-57-23**

van der Maarel MJ, Veen A, Wijbenga DJ. 2000. *Paenibacillus granivorans* sp. nov., a new *Paenibacillus* species which degrades native potato starch granules. Syst Appl Microbiol, 23(3): 344-348. **No. 3-57-62**

van Pham HT, Kim J. 2014. *Bacillus thaonhiensis* sp. nov., a new species, was isolated from the forest soil of Kyonggi University by using a modified culture method. Curr Microbiol, 68(1): 88-95. **No. 1-1-201**

Vandamme P, Pot B, Gillis M, de Vos P, Kersters K, Swings J. 1996. Polyphasic taxonomy, a consensus approach to bacterial systematics. Microbiol Rev, 60(2): 407-438.

Vanlaere E, Baldwin A, Gevers D, Henry D, de Brandt E, LiPuma J, Mahenthiralingam EP, Speert D, Dowson C, Vandamme P. 2009. Taxon K, a complex within the *Burkholderia cepacia* complex, comprises at least two novel species, *Burkholderia contaminans* sp. nov. and *Burkholderia lata* sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 59: 102-111.

Vargas VA, Delgado OD, Hatti-Kaul R, Mattiasson B. 2005. *Bacillus bogoriensis* sp. nov., a novel alkaliphilic, halotolerant bacterium isolated from a Kenyan soda lake. Int J Syst Evol Microbiol, 55: 899-902. **No. 1-1-35**

Vaz-Moreira I, Faria C, Nobre MF, Schumann P, Nunes OC, Manaia CM. 2007. *Paenibacillus humicus* sp. nov., isolated from poultry litter compost. Int J Syst Evol Microbiol, 57(10): 2267-2271. **No. 3-57-69**

Vaz-Moreira I, Figueira V, Lopes AR, Lobo-da-Cunha A, Spröer C, Schumann P, Nunes OC, Manaia CM. 2012. *Bacillus purgationiresistans* sp. nov., isolated from a drinking-water treatment plant. Int J Syst Evol Microbiol, 62(1): 71-77. **No. 1-1-172**

Vaz-Moreira I, Figueira V, Lopes AR, Pukall R, Spröer C, Schumann P, Nunes OC, Manaia CM. 2010. *Paenibacillus residui* sp. nov., isolated from urban waste compost. Int J Syst Evol Microbiol, 60(10): 2415-2419. **No. 3-57-122**

Vedder A. 1934. *Bacillus alcalophilus* n. sp.; benevens enkele ervaringen met sterk alcalische voedingsbodems. Antonie van Leeuwenhoek(J Microbiol Serol), 1: 141-147. **No. 1-1-12**

Velázquez E, de Miguel T, Poza M, Rivas R, Rosselló-Mora R, Villa TG. 2004. *Paenibacillus favisporus* sp. nov., a xylanolytic bacterium isolated from cow faeces. Int J Syst Evol Microbiol, 54(1): 59-64. **No. 3-57-49**

Venkateswaran K, Dohmoto N, Harayama S. 1998. Cloning and nucleotide sequence of the *gyrB* gene of *Vibrio parahaemolyticus* and its application in detection of this pathogen in Shrimp. Appl Environ Microbiol, 64: 681-687.

Venkateswaran K, Kempf M, Chen F, Satomi M, Nicholson W, Kern R. 2003. *Bacillus nealsonii* sp. nov., isolated from a spacecraft-assembly facility, whose spores are γ-radiation resistant. Int J Syst Evol Microbiol, 53(1): 165-172. **No. 1-1-145**

Venkateswaran K, Moser DP, Dollhopf ME, Lies DP, Saffarini DA, MacGregor BJ, Ringelberg DB, White DC, Nishijima M. 1999. Polyphasic taxonomy of the genus *Shewanella* and description of *Shewanella oneidensis* sp. nov. Int J Syst Bacteriol, 49: 705-724.

Ventosa A, Garcia MT, Kamekura M, Onishi H, Ruiz-Berraquero F. 1989. *Bacillus halophilus* sp. nov., a moderately halophilic *Bacillus* species. Syst Appl Microbiol, 12: 162-165.

Verma P, Pandey PK, Gupta AK, Seong CN, Park SC, Choe HN, Baik KS, Patole MS, Shouche YS. 2012. Reclassification of *Bacillus beijingensis* Qiu et al. 2009 and *Bacillus ginsengi* Qiu et al. 2009 as *Bhargavaea beijingensis* comb. nov. and *Bhargavaea ginsengi* comb. nov. and emended description of the genus *Bhargavaea*. Int J Syst Evol Microbiol, 62(Pt 10): 2495-2504.

von der Weid I, Duarte GF, van Elsas JD, Seldin L. 2002. *Paenibacillus brasilensis* sp. nov., a novel nitrogen-fixing species isolated from the maize rhizosphere in Brazil. Int J Syst Evol Microbiol, 52(6): 2147-2153. **No. 3-57-20**

Wainø M, Tindall BJ, Schumann P, Ingvorsen K. 1999. *Gracilibacillus* gen. nov., with description of *Gracilibacillus halotolerans* gen. nov., sp. nov.; transfer of *Bacillus dipsosauri* to *Gracilibacillus dipsosauri* comb. nov., and *Bacillus salexigens* to the genus *Salibacillus* gen. nov., as *Salibacillus salexigens* comb. nov. Int J Syst Bacteriol, 49(2): 821-831. **No. 1-20-4, No. 1-20-6 and No. 1-50-20**

Wang CY, Chang CC, Ng CC, Chen TW, Shyu YT. 2008. *Virgibacillus chiguensis* sp. nov., a novel halophilic bacterium isolated from Chigu, a previously commercial saltern located in southern Taiwan. Int J Syst Evol Microbiol, 58(2): 341-345. **No. 1-50-6**

Wang DS, Jiang YY, Wei XM, Lai HX, Xue QH. 2014. *Paenibacillus quercus* sp. nov., isolated from rhizosphere of *Quercus aliena* var. *acuteserrata*. Antonie van Leeuwenhoek, 105(6): 1173-1178. **No. 3-57-120**

Wang L, Baek SH, Cui Y, Lee HG, Lee ST. 2012. *Paenibacillus sediminis* sp. nov., a xylanolytic bacterium isolated from a tidal flat. Int J Syst Evol Microbiol, 62(6): 1284-1288. **No. 3-57-129**

Wang L, Liu WY, Gu ZJ, Chen SF, Yang SS. 2010. *Oceanobacillus manasiensis* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from the salt lakes of Xinjiang, China. J Microbiol, 48(3): 312-317. **No. 1-30-13**

Wang LT, Lee FL, Tai CJ, Kasai H. 2007. Comparison of *gyrB* gene sequences, 16S rRNA gene sequences and DNA-DNA hybridization in the *Bacillus subtilis* group. Int J Syst Bacteriol, 57: 1846-1850.

Wang LT, Lee FL, Tai CJ, Kuo HP. 2008. *Bacillus velezensis* is a later heterotypic synonym of *Bacillus amyloliquefaciens*. Int J Syst Evol Microbiol, 58(3): 671-675. **No. 1-1-19**

Wang LT, Lee FL, Tai CJ, Yokota A, Kuo HP. 2007. Reclassification of *Bacillus axarquiensis* Ruiz-García et al. 2005 and

Bacillus malacitensis Ruiz-García et al. 2005 as later heterotypic synonyms of *Bacillus mojavensis* Roberts et al. 1994. Int J Syst Evol Microbiol, 57(7): 1663-1667. **No. 1-1-140**

Wang LY, Li J, Li QX, Chen SF. 2013. *Paenibacillus beijingensis* sp. nov., a nitrogen-fixing species isolated from wheat rhizosphere soil. Antonie van Leeuwenhoek, 104(5): 675-683. **No. 3-57-18**

Wang M, Yang M, Zhou G, Luo X, Zhang L, Tang Y, Fang C. 2008. *Paenibacillus tarimensis* sp. nov., isolated from sand in Xinjiang, China. Int J Syst Evol Microbiol, 58(9): 2081-2085. **No. 3-57-148**

Wang Q, Xie N, Qin Y, Shen N, Zhu J, Mi H, Huang R. 2013. *Tumebacillus flagellatus* sp. nov., an α-amylase/pullulanase-producing bacterium isolated from cassava wastewater. Int J Syst Evol Microbiol, 63(9): 3138-3142. **No. 2-55-1**

Wang QF, Li W, Liu YL, Cao HH, Li Z, Guo GQ. 2007. *Bacillus qingdaonensis* sp. nov., a moderately haloalkaliphilic bacterium isolated from a crude sea-salt sample collected near Qingdao in eastern China. Int J Syst Evol Microbiol, 57(5): 1143-1147. **No. 1-1-173**

Wang QZ, Wu CY, Chen T, Chen X, Zhao XM. 2006. Intergration metabolomics into a systems biology framework to exploit metabolic complexity: strategies and application in microorganisms. Appl Microbiol Biotechnol, 70(2): 151-161.

Wang S, Sun L, Wei D, Zhou B, Zhang J, Gu X, Zhang L, Liu Y, Li Y, Guo W, Jiang S, Pan Y, Wang Y. 2014. *Bacillus daqingensis* sp. nov., a halophilic, alkaliphilic bacterium isolated from saline-sodic soil in Daqing, China. J Microbiol, 52(7): 548-553. **No. 1-1-58**

Wang X, Xue Y, Ma Y. 2009. *Sediminibacillus albus* sp nov., a moderately halophilic, Gram-positive bacterium isolated from a hypersaline lake, and emended description of the genus*Sediminibacillus* Carrasco et al. 2008. Int J Syst Evol Microbiol, 59(7): 1640-1644. **No. 1-41-1**

Wang X, Xue Y, Ma Y. 2010. *Virgibacillus subterraneus* sp. nov., a moderately halophilic Gram-positive bacterium isolated from subsurface saline soil. Int J Syst Evol Microbiol, 60(12): 2763-2767. **No. 1-50-25**

Wang X, Xue Y, Ma Y. 2011. *Streptohalobacillus salinus* gen. nov., sp. nov., a moderately halophilic, Gram-positive, facultative anaerobe isolated from subsurface saline soil. Int J Syst Evol Microbiol, 61(5): 1127-1132. **No. 1-43-1**

Wang YQ, Yuan Y, Yu Z, Yang GQ, Zhou SG. 2013. *Bacillus borbori* sp. Nov., isolated from an electrochemically active biofilm.Curr Microbiol, 67(6): 718-724. **No. 1-1-36**

Watanabe K, Nagao N, Yamamoto S, Toda T, Kurosawa N. 2007. *Thermobacillus composti* sp. nov., a moderately thermophilic bacterium isolated from a composting reactor. Int J Syst Evol Microbiol, 57(Pt 7): 1473-1477. **No. 3-62-1**

Watanabe M, Kojima H, Fukui M. 2014. Proposal of *Effusibacillus lacus* gen. nov., sp. nov., and reclassification of *Alicyclobacillus pohliae* as *Effusibacillus pohliae* comb. nov. and *Alicyclobacillus consociatus* as *Effusibacillus consociatus* comb. nov.Int J Syst Evol Microbiol, 64(Pt 8): 2770-2774. **No. 2-53-1, No. 2-53-2 and No. 2-53-3**

Wayne LG, Brenner DJ, Colwell RR, Grimont PAD, Kandler O, Krichevsky MI, Moore LH, Moore WEC, Murray RGE, Stackebrandt E, et al. 1987. Report of the Ad Hoc Committee on Reconcilia-tion of Approaches to Bacterial Systematics. Int J Syst Bacteriol, 37: 463-464.

Weigmann H. 1898. Über zwei an der Käsereifung beteiligte Bakterien. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene. Abteilung II, 4: 820-834. **No. 1-1-118**

Weon HY, Lee SY, Kim BY, Noh HJ, Schumann P, Kim JS, Kwon SW. 2007. *Ureibacillus composti* sp. nov. and *Ureibacillus thermophilus* sp. nov., isolated from livestock-manure composts. Int J Syst Evol Microbiol, 57(Pt 12): 2908-2911. **No. 4-66-1 and No. 4-66-5**

White GF. 1906. The bacteria of the apiary, with special reference to bee diseases. United States Department of Agriculture, Bureau of Entomology, Technical Series No 14.**No. 3-57-80**

Whittaker P, Day JB, Curtis SK, Fry FS. 2007. Evaluating the use of fatty acid profiles to identify *Francisella tularensis*. J Microbiol Methods, 90(2): 465-469.

Whon TW, Jung MJ, Roh SW, Nam YD, Park EJ, Shin KS, Bae JW. 2010. *Oceanobacillus kimchii* sp. nov. Isolated from a traditional Korean fermented food. J Microbiol, 48(6): 862-866. **No. 1-30-9**

Wieser M, Worliczek H, Kämpfer P, Busse HJ. 2005. *Bacillus herbersteinensis* sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 55: 2119-2123. **No. 1-1-92**

Wisotzkey JD, Jurtshuk P Jr, Fox GE, Deinhard G, Poralla K. 1992. Comparative sequence analyses on the 16S rRNA(rDNA)of *Bacillus acidocaldarius*, *Bacillus acidoterrestris*, and *Bacillus cycloheptanicus* and proposal for creation of a new genus, *Alicyclobacillus* gen. nov. Int J Syst Bacteriol, 42(2): 263-269. **No. 2-52-2, No. 2-52-3 and No. 2-52-7**

Woese CR, Fox GE. 1977. Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: the primary kingdoms. Proc Natl Acad Sci USA, 74: 5088-5090.

Woese CR, Kandler O, Wheelis ML. 1990. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucaria. Proc Natl Acad Sci USA, 87: 4576-4579.

Woese CR. 1987. Bacterial evolution. Microbiol Rev, 51(2): 221-271.

Wolfe KH, Shields DC. 1997. Molecular evidence for an ancient duplication of the entire yeast genome. Nature, 387(6634):

708-712.

Wu C, Chang M, Yang G, Zhou S, Zhuang L. 2014. *Ornithinibacillus heyuanensis* sp. nov., isolated from South China. Antonie van Leeuwenhoek, 106(2): 235-241. **No. 1-31-6**

Wu M, Yang G, Yu Z, Zhuang L, Jin Y, Zhou S. 2014. *Oceanobacillus luteolus* sp. nov., isolated from soil. Int J Syst Evol Microbiol, 64(5): 1495-1500. **No. 1-30-12**

Wu X, Fang H, Qian C, Wen Y, Shen X, Li O, Gao H. 2011. *Paenibacillus tianmuensis* sp. nov., isolated from soil. Int J Syst Evol Microbiol, 61(5): 1133-1137. **No. 3-57-157**

Wu XY, Zheng G, Zhang WW, Xu XW, Wu M, Zhu XF. 2010. *Amphibacillus jilinensis* sp. nov., a facultatively anaerobic, alkaliphilic bacillus from a soda lake. Int J Syst Evol Microbiol, 60(11): 2540-2543. **No. 1-6-6**

Wu YF, Wu QL, Liu SJ. 2013. *Paenibacillus taihuensis* sp. nov., isolated from an eutrophic lake. Int J Syst Evol Microbiol, 63(10): 3652-3658. **No. 3-57-145**

Wunschel DS, Wahl KL, Melville AM, Sorensen CM, Colburn HA, Valentine NB, Stamper CL. 2011. Determination of post-culture processing with carbohydrates by MALDI-MS and TMS derivatization GC-MS. Talanta, 85(5): 2352-2360.

Xi J, He LY, Huang Z, Sheng XF. 2014. *Bacillus qingshengii* sp. nov., a rock-weathering bacterium isolated from weathered rock surface. Int J Syst Evol Microbiol, 64(7): 2473-2479. **No. 1-1-174**

Xiang W, Wang G, Wang Y, Yao R, Zhang F, Wang R, Wang D, Zheng S. 2014. *Paenibacillus selenii* sp. nov., isolated from selenium mineral soil. Int J Syst Evol Microbiol, 64(8): 2662-2667. **No. 3-57-130**

Xie CH, Yokota A. 2007. *Paenibacillus terrigena* sp. nov., isolated from soil. Int J Syst Evol Microbiol, 57(1): 70-72. **No. 3-57-151**

Xie JB, Zhang LH, Zhou YG, Liu HC, Chen SF. 2012. *Paenibacillus taohuashanense* sp. nov., a nitrogen-fixing species isolated from rhizosphere soil of the root of *Caragana kansuensis* Pojark. Antonie van Leeuwenhoek, 102(4): 735-741. **No. 3-57-147**

Xue Y, Ventosa A, Wang X, Ren P, Zhou P, Ma Y. 2008. *Bacillus aidingensis* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from Ai-Ding salt lake in China. Int J Syst Evol Microbiol, 58(Pt 12): 2828-2832. **No. 1-1-10**

Xue Y, Zhang X, Zhou C, Zhao Y, Cowan DA, Heaphy S, Grant WD, Jones BE, Ventosa A, Ma Y. 2006. *Caldalkalibacillus thermarum* gen. nov., sp. nov., a novel alkalithermophilic bacterium from a hot spring in China. Int J Syst Evol Microbiol, 56(6): 1217-1221. **No. 1-11-1**

Yamamoto S, Harayama S. 1995. PCR amplification and direct sequencing of *gyrB* gene with universal primers and their application to the detection and taxonomic analysis of *Pseudomonas putida* Strains. Appl Environ Microbiol, 61: 1104-1109.

Yamamura S, Yamashita M, Fujimoto N, Kuroda M, Kashiwa M, Sei K, Fujita M, Ike M. 2007. *Bacillus selenatarsenatis* sp. nov., a selenate- and arsenate-reducing bacterium isolated from the effluent drain of a glass-manufacturing plant. Int J Syst Evol Microbiol, 57(5): 1060-1064. **No. 1-1-182**

Yanagida F, Suzuki KI, Kozaki M, Komagata K. 1997. Proposal of *Sporolactobacillus nakayamae* subsp. *nakayamae* sp. nov., subsp. nov., *Sporolactobacillus nakayamae* subsp. *racemicus* subsp. nov., *Sporolactobacillus terrae* sp. nov., *Sporolactobacillus kofuensis* sp. nov., and *Sporolactobacillus lactosus* sp. nov. Int J Syst Bacteriol, 47: 499-504. **No. 5-68-2, No. 5-68-3, No. 5-68-5 and No. 5-68-7**

Yang G, Chen M., Yu, Z, Lu Q, Zhou S. 2013. *Bacillus composti* sp. nov. and *Bacillus thermophilus* sp. nov., two thermophilic Fe(III)-reducing bacteria isolated from compost. Int J Syst Evol Microbiol, 63: 3030-3036. **No. 1-1-55 and No. 1-1-207**

Yang G, Zhou S. 2014. *Sinibacillus soli* gen. nov., sp. nov., a moderately thermotolerant member of the family Bacillaceae. Int J Syst Evol Microbiol, 64(5): 1647-1653. **No. 1-42-1**

Yang G, Zhou X, Zhou S, Yang D, Wang Y, Wang D. 2013. *Bacillus thermotolerans* sp. nov., a thermophilic bacterium capable of reducing humus. Int J Syst Evol Microbiol, 63(10): 3672-3678. **No. 1-1-208**

Yang JY, Huo YY, Xu XW, Meng FX, Wu M, Wang CS. 2010. *Oceanobacillus neutriphilus* sp. nov., isolated from activated sludge in a bioreactor. Int J Syst Evol Microbiol, 60(10): 2409-2414. **No. 1-30-15**

Yang LL, Huang Y, Liu J, Ma L, Mo MH, Li WJ, Yang FX. 2012. *Lysinibacillus mangiferahumi* sp. nov., a new bacterium producing nematicidal volatiles. Antonie van Leeuwenhoek, 102(1): 53-59. **No. 1-27-9**

Yang N, Ren B, Dai H, Liu Z, Zhou Y, Song F, Zhang L. 2013. *Gracilibacillus xinjiangensis* sp. nov., a new member of the genus Gracilibacillus isolated from Xinjiang region, China. Antonie van Leeuwenhoek, 104(5): 809-816. **No. 1-20-15**

Yang N, Ren B, Liu ZH, Dai HQ, Wang J, Zhou YG, Song FH, Zhang LX. 2014. *Salinibacillus xinjiangensis* sp. nov., a halophilic bacterium from a hypersaline lake. Int J Syst Evol Microbiol, 64(1): 27-32. **No. 1-38-3**

Yang SY, Liu H, Liu R, Zhang KY, Lai R. 2009. *Saccharibacillus kuerlensis* sp. nov., isolated from a desert soil. Int J Syst Evol Microbiol, 59(Pt 5): 953-957. **No. 3-61-1**

Yang Y, Zou Z, He M, Wang G. 2011. *Pontibacillus yanchengensis* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from salt field soil. Int J Syst Evol Microbiol, 61(8): 1906-1911. **No. 1-35-5**

Yao R, Wang R, Wang D, Su J, Zheng S, Wang G. 2014. *Paenibacillus selenitireducens* sp. nov., a selenite-reducing

bacterium isolated from a selenium mineral soil. Int J Syst Evol Microbiol, 64(3): 805-811. **No. 3-57-131**

Yazdani M, Naderi-Manesh H, Khajeh K, Soudi MR, Asghari SM, Sharifzadeh M. 2009. Isolation and characterization of a novel gamma-radiation-resistant bacterium from hot spring in Iran. J Basic Microbiol, 49(1): 119-127.

Yoon JH, Kang KH, Oh TK, Park YH. 2004. *Halobacillus locisalis* sp. nov., a halophilic bacterium isolated from a marine solar saltern of the Yellow Sea in Korea. Extremophiles, 8(1): 23-28. **No. 1-22-11**

Yoon JH, Kang KH, Park YH. 2003. *Halobacillus salinus* sp. nov., isolated from a salt lake on the coast of the East Sea in Korea. Int J Syst Evol Microbiol, 53(3): 687-693. **No. 1-22-15**

Yoon JH, Kang SJ, Jung YT, Lee KC, Oh HW, Oh TK. 2010. *Virgibacillus byunsanensis* sp. nov., isolated from a marine solar saltern. Int J Syst Evol Microbiol, 60(2): 291-295. **No. 1-50-3**

Yoon JH, Kang SJ, Jung YT, Lee MH, Oh TK. 2010. *Alkalibacillus flavidus* sp. nov., isolated from a marine solar saltern. Int J Syst Evol Microbiol, 60(2): 434-438. **No. 1-3-3**

Yoon JH, Kang SJ, Jung YT, Oh TK. 2007. *Halobacillus campisalis* sp. nov., containing meso-diaminopimelic acid in the cell-wall peptidoglycan, and emended description of the genus *Halobacillus*. Int J Syst Evol Microbiol, 57(9): 2021-2025. **No. 1-22-3**

Yoon JH, Kang SJ, Lee CH, Oh HW, Oh TK. 2005. *Halobacillus yeomjeoni* sp. nov., isolated from a marine solar saltern in Korea. Int J Syst Evol Microbiol, 55(6): 2413-2417. **No. 1-22-20**

Yoon JH, Kang SJ, Lee SY, Lee MH, Oh TK. 2005. *Virgibacillus dokdonensis* sp. nov., isolated from a Korean island, Dokdo, located at the edge of the East Sea in Korea. Int J Syst Evol Microbiol, 55(5): 1833-1837. **No. 1-50-7**

Yoon JH, Kang SJ, Oh TK. 2007. Reclassification of *Marinococcus albus* Hao et al. 1985 as *Salimicrobium album* gen. nov., comb. nov. and *Bacillus halophilus* Ventosa et al. 1990 as *Salimicrobium halophilum* comb. nov., and description of *Salimicrobium luteum* sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 57(Pt 10): 2406-2411.

Yoon JH, Kang SJ, Oh TK. 2008. *Halobacillus seohaensis* sp. nov., isolated from a marine solar saltern in Korea. Int J Syst Evol Microbiol, 58(3): 622-627. **No. 1-22-17**

Yoon JH, Kang SJ, Schumann P, Oh TK. 2010. *Jeotgalibacillus salarius* sp. nov., isolated from a marine saltern, and reclassification of *Marinibacillus marinus* and *Marinibacillus campisalis*as *Jeotgalibacillus marinus* comb. nov. and *Jeotgalibacillus campisalis* comb. nov., respectively. Int J Syst Evol Microbiol, 60(Pt1): 15-20. **No. 4-63-2, No. 4-63-3 and No. 4-63-4**

Yoon JH, Kang SJ, Yeo SH, Oh TK. 2005. *Paenibacillus alkaliterrae* sp. nov., isolated from an alkaline soil in Korea. Int J Syst Evol Microbiol, 55(6): 2339-2344. **No. 3-57-7**

Yoon JH, Kang SS, Lee KC, Kho YH, Choi SH, Kang KH, Park YH. 2001. *Bacillus jeotgali* sp. nov., isolated from jeotgal, Korean traditional fermented seafood. Int J Syst Evol Microbiol, 51: 1087-1092. **No. 1-1-108**

Yoon JH, Kim IG, Kang KH, Oh TK, Park YH. 2003. *Bacillus marisflavi* sp. nov. and *Bacillus aquimaris* sp. nov., isolated from sea water of a tidal flat of the Yellow Sea in Korea. Int J Syst Evol Microbiol, 53(Pt 5): 1297-1303. **No. 1-1-22 and No. 1-1-129**

Yoon JH, Kim IG, Kang KH, Oh TK, Park YH. 2004. *Bacillus hwajinpoensis* sp. nov. and an unnamed *Bacillus* genomospecies, novel members of *Bacillus* rRNA group 6 isolated from sea water of the East Sea and the Yellow Sea in Korea. Int J Syst Evol Microbiol, 54: 803-808. **No. 1-1-99**

Yoon JH, Kim IG, Schumann P, Oh TK, Park YH. 2004. *Marinibacillus campisalis* sp. nov., a moderate halophile isolated from a marine solar saltern in Korea, with emended description of the genus *Marinibacillus*. Int J Syst Evol Microbiol, 54(Pt 4): 1317-1321. **No. 4-63-2**

Yoon JH, Lee CH, Oh TK. 2005. *Bacillus cibi* sp. nov., isolated from jeotgal, a traditional Korean fermented seafood. Int J Syst Evol Microbiol, 55: 733-736. **No. 1-1-47**

Yoon JH, Lee KC, Weiss N, Kho YH, Kang KH, Park YH. 2001. *Sporosarcina aquimarina* sp. nov., a bacterium isolated from seawater in Korea, and transfer of *Bacillus globisporus*(Larkin and Stokes 1967), *Bacillus psychrophilus*(Nakamura 1984)and *Bacillus pasteurii(*Chester 1898)to the genus *Sporosarcina* as *Sporosarcina globispora* comb. nov., *Sporosarcina psychrophila* comb. nov. and *Sporosarcina pasteurii* comb. nov., and emended description of the genus *Sporosarcina*. Int J Syst Evol Microbiol, 51(Pt 3): 1079-1086.

Yoon JH, Oh HM, Yoon BD, Kang KH, Park YH. 2003. *Paenibacillus kribbensis* sp. nov. and *Paenibacillus terrae* sp. nov., bioflocculants for efficient harvesting of algal cells. Int J Syst Evol Microbiol, 53(1): 295-301. **No. 3-57-78 and No. 3-57-150**

Yoon JH, Oh TK, Park YH. 2004. Transfer of *Bacillus halodenitrificans* Denariaz et al. 1989 to the genus *Virgibacillus* as *Virgibacillus halodenitrificans* comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 54(6): 2163-2167. **No. 1-50-8**

Yoon JH, Oh TK. 2005. *Bacillus litoralis* sp. nov., isolated from a tidal flat of the Yellow Sea in Korea. Int J Syst Evol Microbiol, 55: 1945-1948. **No. 1-1-120**

Yoon JH, Seo WT, Shin YK, Kho YH, Kang KH, Park YH. 2002. *Paenibacillus chinjuensis* sp. nov., a novel exopolysaccharide-producing bacterium. Int J Syst Evol Microbiol, 52(2): 415-421. **No. 3-57-29**

Yoon JH, Weiss N, Lee KC, Lee IS, Kang KH, Park YH. 2001. *Jeotgalibacillus alimentarius* gen. nov., sp. nov., a novel bacterium isolated from jeotgal with L-lysine in the cell wall, and reclassification of *Bacillus marinus* Rüger 1983 as

Mrinibacillus marinus gen nov., comb. nov. Int J Syst Evol Microbiol, 51(Pt 6): 2087-2093. **No. 4-63-1 and No. 4-63-3**

Yoon JH, Yim DK, Lee JS, Shin KS, Sato HH, Lee ST, Park YK, Park YH. 1998. *Paenibacillus campinasensis* sp. nov., a cyclodextrin-producing bacterium isolated in Brazil. Int J Syst Bacteriol, 48(3): 833-837. **No. 3-57-22**

Yoon MH, Ten LN, Im WT. 2007. *Paenibacillus ginsengarvi* sp. nov., isolated from soil from ginseng cultivation. Int J Syst Evol Microbiol, 57(8): 1810-1814. **No. 3-57-56**

You ZQ, Li J, Qin S, Tian XP, Wang FZ, Zhang S, Li WJ. 2013. *Bacillus abyssalis* sp. nov., isolated from a sediment of the South China Sea. Antonie van Leeuwenhoek, 103(5): 963-969. **No. 1-1-1**

Yu C, Yu S, Zhang Z, Li Z, Zhang XH. 2014. *Oceanobacillus pacificus* sp. nov., isolated from a deep-sea sediment. Int J Syst Evol Microbiol, 64(4): 1278-1283. **No. 1-30-17**

Yu Y, Li HR, Zeng YX, Chen B. 2011. *Bacillus beringensis* sp. nov., a psychrotolerant bacterium isolated from the Bering Sea. Antonie van Leeuwenhoek, 99: 551-557. **No. 1-1-31**

Yu Z, Wang Y, Qin D, Yang G, Zhou S. 2013. *Bacillus sediminis* sp. nov., isolated from an electroactive biofilm. Antonie van Leeuwenhoek, 104(6): 1109-1116. **No. 1-1-181**

Yu Z, Wen J, Yang G, Liu J, Zhou S. 2015. *Compostibacillus humi* gen. nov., sp. nov., a member of the family *Bacillaceae*, isolated from sludge compost. Int J Syst Evol Microbiol, 65(Pt 2): 346-352. **No. 1-14-1**

Yuan S, Ren P, Liu J, Xue Y, Ma Y, Zhou P. 2007. *Lentibacillus halodurans* sp. nov., a moderately halophilic bacterium isolated from a salt lake in Xin-Jiang, China. Int J Syst Evol Microbiol, 57(3): 485-488. **No. 1-26-1**

Yumoto I, Hirota K, Goto T, Nodasaka Y, Nakajima K. 2005. *Bacillus oshimensis* sp. nov., a moderately halophilic, non-motile alkaliphile. Int J Syst Evol Microbiol, 55(2): 907-911. **No. 1-1-156**

Yumoto I, Hirota K, Kawahara T, Nodasaka Y, Okuyama H, Matsuyama H, Yokota Y, Nakajima K, Hoshino T. 2004. *Anoxybacillus voinovskiensis* sp. nov., a moderately thermophilic bacterium from a hot spring in Kamchatka. Int J Syst Evol Microbiol, 54(4): 1239-1242. **No. 1-8-22**

Yumoto I, Hirota K, Nodasaka Y, Nakajima K. 2005. *Oceanobacillus oncorhynchi* sp. nov., a halotolerant obligate alkaliphile isolated from the skin of a rainbow trout(*Oncorhynchus mykiss*), and emended description of the genus *Oceanobacillus*. Int J Syst Evol Microbiol, 55(4): 1521-1524. **No. 1-30-16**

Yumoto I, Hirota K, Yamaga S, Nodasaka Y, Kawasaki T, Matsuyama H, Nakajima K. 2004. *Bacillus asahii* sp. nov., a novel bacterium isolated from soil with the ability to deodorize the bad smell generated from short-chain fatty acids. Int J Syst Evol Microbiol, 54(Pt 6): 1997-2001. **No. 1-1-24**

Yumoto I, Yamaga S, Sogabe Y, Nodasaka Y, Matsuyama H, Nakajima K, Suemori A. 2003. *Bacillus krulwichiae* sp. nov., a halotolerant obligate alkaliphile that utilizes benzoate and *m*-hydroxybenzoate. Int J Syst Evol Microbiol, 53: 1531-1536. **No. 1-1-114**

Yumoto I, Yamazaki K, Sawabe T, Nakano K, Kawasaki K, Ezura Y, Shinano H. 1998. *Bacillus horti* sp. nov., a new Gram-negative alkaliphilic bacillus. Int J Syst Bacteriol, 48: 565-571. **No. 1-1-95**

Zarilla K, Perry JJ. 1987. *Bacillus thermoleovorans*, sp. nov., a species of obligately thermophilic hydrocarbon utilizing endospore-forming bacteria. Syst Appl Microbiol, 9: 258-264. **No. 1-19-13**

Zavarzina DG, Tourova TP, Kolganova TV, Boulygina ES, Zhilina TN. 2009. Description of *Anaerobacillus alkalilacustre* gen. nov., sp. nov.—Strictly anaerobic diazotrophic bacillus isolated from soda lake and transfer of *Bacillus arseniciselenatis*, *Bacillus macyae*, and *Bacillus alkalidiazotrophicus* to *Anaerobacillus* as the new combinations *A. arseniciselenatis* comb. nov., *A. macyae* comb. nov., and *A. alkalidiazotrophicus* comb. nov. Microbiology, 78: 723-731. **No. 1-7-1, No. 1-7-2 and No. 1-7-3**

Zhai L, Liao T, Xue Y, Ma Y. 2012. *Bacillus daliensis* sp. nov., an alkaliphilic, Gram-positive bacterium isolated from a soda lake. Int J Syst Evol Microbiol, 62: 949-953. **No. 1-1-57**

Zhang CM, Huang XW, Pan WZ, Zhang J, Wei KB, Klenk HP, Tang SK, Li WJ, Zhang KQ. 2011. *Anoxybacillus tengchongensis* sp. nov. and *Anoxybacillus eryuanensis* sp. nov., facultatively anaerobic, alkalitolerant bacteria from hot springs. Int J Syst Evol Microbiol, 61(1): 118-122. **No. 1-8-7 and No. 1-8-18**

Zhang J, Wang J, Fang C, Song F, Xin Y, Qu L, Ding K. 2010. *Bacillus oceanisediminis* sp. nov., isolated from marine sediment. Int J Syst Evol Microbiol, 60(12): 2924-2929. **No. 1-1-151**

Zhang J, Wang J, Song F, Fang C, Xin Y, Zhang Y. 2011. *Bacillus nanhaiisediminis* sp. nov., an alkalitolerant member of Bacillus rRNA group 6. Int J Syst Evol Microbiol, 61(5): 1078-1083. **No. 1-1-144**

Zhang J, Wang ZT, Yu HM, Ma Y. 2013. *Paenibacillus catalpae* sp. nov., isolated from the rhizosphere soil of *Catalpa speciosa*. Int J Syst Evol Microbiol, 63(5): 1776-1781. **No. 3-57-24**

Zhang L, Wang Y, Dai J, Tang Y, Yang Q, Luo X, Fang C. 2009. *Bacillus korlensis* sp. nov., a moderately halotolerant bacterium isolated from a sand soil sample in China. Int J Syst Evol Microbiol, 59: 1787-1792. **No. 1-1-112**

Zhang L, Wu GL, Wang Y, Dai J, Fang CX. 2011. *Bacillus deserti* sp. nov., a novel bacterium isolated from the desert of Xinjiang, China. Antonie van Leeuwenhoek, 99: 221-229. **No. 1-1-61**

Zhang L, Xu Z, Patel BKC. 2007. *Bacillus decisifrondis* sp. nov., isolated from soil underlying decaying leaf foliage. Int J Syst Evol Microbiol, 57: 974-978. **No. 1-1-59**

Zhang T, Fan X, Hanada S, Kamagata Y, Fang HH. 2006. *Bacillus macauensis* sp. nov., a long-chain bacterium isolated from a drinking water supply. Int J Syst Evol Microbiol, 56(Pt 2): 349-353. **No. 1-17-5**

Zhang W, Du P, Zheng H, Yu W, Wan L, Chen C. 2014. Whole-genome sequence comparison as a method for improving bacterial species definition. J Gen Appl Microbiol, 60(2): 75-78.

Zhang WY, Hu J, Zhang XQ, Zhu XF, Wu M. 2015. *Aquibacillus salifodinae* sp. nov., a novel bacterium isolated from a salt mine in Xinjiang province, China. Antonie Van Leeuwenhoek, 107(2): 367-374. **No. 1-9-4**

Zhang XQ, Zhang ZL, Wu N, Zhu XF, Wu M. 2013. *Anoxybacillus vitaminiphilus* sp. nov., a strictly aerobic and moderately thermophilic bacterium isolated from a hot spring. Int J Syst Evol Microbiol, 63(11): 4064-4071. **No. 1-8-21**

Zhang YJ, Zhou Y, Ja M, Shi R, Chun-Yu WX, Yang LL, Tang SK, Li WJ. 2012. *Virgibacillus albus* sp. nov., a novel moderately halophilic bacterium isolated from Lop Nur salt lake in Xinjiang province, China. Antonie van Leeuwenhoek, 102(4): 553-560. **No. 1-9-1**

Zhang YJ, Zhou Y, Ja M, Shi R, Chun-Yu WX, Yang LL, Tang SK, Li WJ. 2012. *Virgibacillus albus* sp. nov., a novel moderately halophilic bacterium isolated from Lop Nur salt lake in Xinjiang province, China. Antonie van Leeuwenhoek, 102(4): 553-560. **No. 1-9-1**

Zhang YZ, Chen WF, Li M, Sui XH, Liu HC, Zhang XX, Chen WX. 2012. *Bacillus endoradicis* sp. nov., an endophytic bacterium isolated from soybean root. Int J Syst Evol Microbiol, 62: 359-363. **No. 1-1-66**

Zhao DP, Zhang WZ, Xue YF, Ma YH. 2004. *Amphibacillus haojiensis* sp. nov.—a novel alkaliphilic and slight halophilic bacterium from Haoji Soda Lake in Inner Mongolia Autonomous Region, China. Wei Sheng Wu Xue Bao, 44(6): 720-723(in Chinese). **No. 1-6-3**

Zhao F, Feng YZ, Chen RR, Zhang HY, Wang JH, Lin XG. 2014. *Bacillus fengqiuensis* sp. nov., isolated from a typical sandy loam soil under long-term fertilization. Int J Syst Evol Microbiol, 64: 2849-2856. **No. 1-1-69**

Zhao W, Zhang CL, Romanek CS, Wiegel J. 2008. Description of *Caldalkalibacillus uzonensis* sp. nov. and emended description of the genus *Caldalkalibacillus*. Int J Syst Evol Microbiol, 58(5): 1106-1108. **No. 1-11-2**

Zhilina TN, Garnova ES, Turova TP, Kostrikina NA, Zavarzin GA. 2001. *Amphibacillus fermentum* sp. nov. and *Amphibacillus tropicus* sp. nov., new alkaliphilic, facultatively anaerobic, saccharolytic bacilli from Lake Magadi. Mikrobiologiya, 70(6): 825-837(in Russian). English translation: Microbiology, 70: 711-722. **No. 1-6-2 and No. 1-6-9**

Zhou S, Tang J, Qin D, Lu Q, Yang G. 2014. *Ureibacillus defluvii* sp. nov., isolated from a thermophilic microbial fuel cell. Int J Syst Evol Microbiol, 64(Pt 5): 1617-1621. **No. 4-66-2**

Zhou Y, Gao S, Wei DQ, Yang LL, Huang X, He J, Zhang YJ, Tang SK, Li WJ. 2012. *Paenibacillus thermophilus* sp. nov., a novel bacterium isolated from a sediment of hot spring in Fujian province, China. Antonie van Leeuwenhoek, 102(4): 601-609. **No. 3-57-155**

Zhou Y, Wei W, Che Q, Xu Y, Wang X, Huang X, Lai R. 2008. *Bacillus pallidus* sp. nov., isolated from forest soil. Int J Syst Evol Microbiol, 58(12): 2850-2854. **No. 1-16-1**

Zhou Y, Xu J, Xu L, Tindall BJ. 2009. *Falsibacillus pallidus* to replace the homonym *Bacillus pallidus* Zhou et al. 2008. Int J Syst Evol Microbiol, 59(12): 3176-3180. **No. 1-16-1**

Zhu C, Sun G, Chen X, Guo J, Xu M. 2014. *Lysinibacillus varians* sp. nov., an endospore-forming bacterium with a filament-to-rod cell cycle. Int J Syst Evol Microbiol, 64(11): 3644-3649. **No. 1-27-18**

Zhu D, Tanabe SH, Xie C, Honda D, Sun J, Ai L. 2014. *Bacillus ligniniphilus* sp. nov., an alkaliphilic and halotolerant bacterium isolated from sediments of the South China Sea. Int J Syst Evol Microbiol, 64: 1712-1717. **No. 1-1-119**

索　　引

A

B

J

L

M

N

O

R

S

T

U

V

（Q-3695.01）

福建省农业科学院芽胞杆菌研究团队研究领域包括芽胞杆菌资源学、分类学、基因组学、代谢组学、物质组学、酶学、脂肪酸组学、发酵工艺学、生物防治应用、生物基质应用、生物肥料应用、环境修复应用、益生菌应用、生物原料应用等，将陆续出版相关著作为研究和应用服务。



科学出版中心 生物分社
联系电话：010-64012501
E-mail:lifescience@mail.sciencep.com
网址：http://www.lifescience.com.cn
销售分类建议：微生物学



赛拉艾芙
生命科学订阅号



本书彩图及更多
资源请扫码

生命因你而精彩！

www.sciencep.com



ISBN 978-7-03-047308-0

定 价：428.00 元